

ALESSANDRO GOMES RESENDE

FECHAMENTO DE MINAS: CONCEITOS GERAIS E ESTUDO DE CASOS

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Título de Pós-graduado em
Mineração (MBA em Mineração)

Serra dos Carajás
2003

ALESSANDRO GOMES RESENDE

FECHAMENTO DE MINAS: CONCEITOS GERAIS E ESTUDO DE CASOS

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Título de Pós-graduado em
Mineração (MBA em Mineração)

Área de Concentração:
Engenharia de Minas

Orientador:
Prof. Dr. Hernani Mota de Lima

Serra dos Carajás
2003

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

À Companhia Vale do Rio Doce, pela oportunidade de crescimento profissional.

Ao Gerente Geral da Mina de Manganês do Azul pela oportunidade.

Aos meus pais e à minha esposa pelo incentivo e apoio incondicional.

Ao professor Hernani Mota de Lima, pelo intercâmbio de conhecimento.

A todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O fechamento de uma mina é visto como uma inevitável e problemática consequência da natureza de uma indústria mineral. O fechamento é normalmente requerido no momento em que a jazida é exaurida, ou a operação deixa de ser viável economicamente, ou quando o fluxo de caixa se torna negativo e quando o valor dos ativos está abaixo das despesas requeridas para alcançar os objetivos das exigências da regulamentação.

Em muitos países, a imagem pública da mineração é uma fotografia de minas abandonadas e com grandes passivos ambientais. Além dessa herança, a falta de planejamento para o fechamento de uma mina tem causado transtornos sociais e econômicos para as regiões mineiras.

Um plano de fechamento competente e responsável é a saída para a indústria mineral ao redor do mundo. Ele deverá conter uma revisão técnica das operações, uma avaliação das responsabilidades do fechamento de uma mina e análise do custo benefício das perspectivas ambientais e da engenharia.

O presente trabalho apresenta os vários conceitos envolvidos no processo de fechamento de uma mina e aborda a importância da reabilitação ambiental, que deve ser encarada como uma atividade a ser projetada e executada, não ao final das atividades de uma mina, mas sim como um processo contínuo, que ocorre desde o planejamento da mineração até o fechamento desta.

São apresentados também o estágio atual do programa de fechamento de algumas minas da Companhia Vale do Rio Doce, com estudo de casos e um panorama geral do fechamento de minas e reabilitação ambiental nas Américas.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FOTOGRAFIAS

RESUMO

1 INTRODUÇÃO1

2 ASPECTOS LEGAIS DO FECHAMENTO DE MINAS3

3 A DIMENSÃO AMBIENTAL NO PLANEJAMENTO DA MINERAÇÃO8

3.1 O planejamento a longo prazo na recuperação ambiental9

3.2 O avanço da consciência ambiental, o desenvolvimento sustentável e os recursos minerais10

3.3 Os problemas da relação mineração - meio ambiente13

3.4 Etapas de um projeto de mineração: da prospecção à desativação15

3.4.1 Prospecção15

3.4.2 Exploração16

3.4.3 Desenvolvimento16

3.4.4 Exploração ou lavra17

3.4.5 Desativação18

4 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO24

4.1 Conceitos gerais24

4.2 Objetivos da recuperação de áreas degradadas27

4.3 Princípios da recuperação de áreas degradadas30

4.4 Objetos da recuperação de áreas degradadas31

4.5 Medidas de recuperação de áreas degradadas32

4.6 Planejamento ambiental da recuperação de áreas degradadas34

4.7 Técnicas de recuperação ambiental para áreas degradadas35

5 DESATIVAÇÃO DE MINA 49

5.1 Conceitos sobre desativação de mina50

5.2 Objetivos da desativação de mina53

5.3 Problemas ambientais causados pela desativação inadequada de uma mina	54
5.4 Razões da desativação	55
5.5 Fases da desativação	56
5.6 Objetos da desativação de mina	64
5.7 Estratégias para a desativação de mina	72
5.8 Plano de desativação de uma mina	73
5.8.1 Objetivos de um plano de desativação	74
5.8.2 Plano de desativação elaborado após a desativação da mina	78
5.8.3 Plano de desativação elaborado no início do empreendimento mineiro	83
5.9 Custos de proteção e preservação ambiental	96
5.9.1 Custos de recuperação das principais atividades mineiras	97
5.10 Metodologia para a elaboração de orçamentos da recuperação ambiental	106
5.11 Previsão de custos em um plano de desativação	111

6 SITUAÇÃO ATUAL DOS PLANOS DE DESATIVAÇÃO DAS MINAS DA CVRD113

7 PANORAMA ATUAL E TENDÊNCIAS DO FECHAMENTO DE MINAS NAS AMÉRICAS142

7.1 Introdução	142
7.2 América do Norte	142
7.3 América Latina	149
7.4 Aspectos econômicos do fechamento de minas	150
7.4.1 América do Norte	151
7.4.2 América Latina	157
7.4.3 Políticas ambientais relacionadas ao fechamento de minas	157
7.5 O impacto social do fechamento de minas	164
7.5.1 América do Norte	165
7.5.2 América Latina	170
7.6 Fechamento de minas e a questão da mulher	171
7.6.1 América Latina	171
7.7 Reabilitação e tecnologias limpas	173

7.7.1 Política de Governo e técnicas de reabilitação	174
7.7.2 As práticas de melhor gerenciamento ambiental	175
7.8 Facilitação e mediação em disputas de gerenciamento de recursos	177
7.8.1 América do Norte	177
7.8.2 América Latina	182
7.9 Ética e fechamento de minas	183
7.10 Ética e meio ambiente	183
7.10.1 Visão ocidental sobre as causas de nossa atual crise ambiental	183
7.11 Ética e mineração	184
7.12 Desenvolvimento sustentável e fechamento de minas: colocando a ética ambiental em prática	185
7.12.1 América Latina	186
7.13 Capacidade institucional e estratégias de gerenciamento	187
7.13.1 América do Norte	187
7.13.2 América Latina	190
7.14 Avaliação de riscos e reabilitação de áreas de mineração abandonadas	191
7.14.1 América do Norte	192
7.14.2 América Latina	193
7.15 Qualidade da água	196
7.15.1 América do Norte	199
7.15.2 América Latina	202
 8 CONCLUSÕES	 204
 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 205

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Inclinação recomendada para diversos usos finais do solo

Figura 2 Diferentes alternativas de reafeiçoamentos topográficos de uma área de extração de areia

Figura 3 Fluxograma das fases da mineração e desativação de mina

Figura 4 Fluxograma de estratégia preventiva de desativação de um empreendimento mineiro

Figura 5 Gráfico de abordagem à comunidade

Figura 6 Gráfico mostrando a abordagem pró-ativa para consulta à comunidade

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Atividades mineiras e medidas adotadas para a reconformação do terreno

Tabela 2 Objetivos e controles que devem ser previstos para os empregados e a comunidade local na desativação de uma mina

Tabela 3 Características, objetivos, medidas e ações de recuperação e itens de custo para lavra subterrânea

Tabela 4 Características, objetivos, medidas e ações de recuperação e itens de custo para lavra a céu aberto

Tabela 5 Características, objetivos, medidas e ações de recuperação e itens de custo para pilhas de estéril e minério lixiviado

Tabela 6 Características, objetivos, medidas e ações de recuperação e itens de custo para sistemas de barragens ou bacias de rejeito

Tabela 7 Características, objetivos, medidas e ações de recuperação e itens de custo para equipamentos e obras civis

Tabela 8 Características, objetivos, medidas e ações de recuperação e itens de custo para infra-estrutura

Tabela 9 Montagem dos custos de recuperação de áreas degradadas

Tabela 10 Síntese dos custos de revegetação

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1 Recuperação ambiental de uma grande voçoroca na Mina de Piçarrão (CVRD)

Foto 2 Vista geral da cava de Antas I (Fazenda Maria Preta – CVRD)

Foto 3 Vista geral das pilhas de estéril e minério lixiviado extinto e as instalações da Fazenda Maria Preta – CVRD

Foto 4 Vista geral das instalações de britagem (Faz. Maria Preta – CVRD)

Foto 5 Reconformação e revegetação no lago de rejeito da Faz. Maria Preta – CVRD

Foto 6 Reabilitação ambiental em taludes na mina de Caeté – CVRD

Foto 7 Áreas em reabilitação na Mina de Riacho dos Machados – CVRD

Foto 8 Imagens da reabilitação na Mina de Almas – CVRD

Foto 9 Vista geral da cava inundada com água proveniente da mina subterrânea (Mina Fazenda Brasileiro – CVRD)

Foto 10 Escada de drenagem (Mina do Fundão – SMM – Nazareno/MG)

Foto 11 Vista aérea da Serra do Curral e da Mina de Águas Claras (MBR – Belo Horizonte/MG)

Foto 12 Vista geral da cava da Mina de Águas Claras (MBR – Belo Horizonte/MG)

Foto 13 Vista geral da barragem de rejeitos da Mina de Águas Claras (MBR – Belo Horizonte/MG)

1. INTRODUÇÃO

Até a década de 70, as questões ambientais eram tidas como empecilhos ao crescimento econômico e industrial. As empresas se limitavam a cumprir apenas os requerimentos legais impostos por órgãos ambientais, cuja estrutura era definida basicamente pelo Governo e pelas próprias empresas. No entanto, os impactos ambientais continuaram ocorrendo e seus efeitos passaram a ser percebidos de um modo inter-relacionado (sistêmico). A consolidação dessa nova visão ambiental fez com que novos atores – comunidade afetada, investidores, acionistas, consumidores – passassem a se interessar pelos processos de produção empresariais.

Os interesses e as expectativas advindos desses novos atores, quanto às questões ambientais, alteraram e continuam alterando os conceitos e as práticas empresariais, bem como as políticas governamentais. Nota-se que, em vários setores, as empresas, para se manterem competitivas, estão buscando incorporar as práticas ambientais em suas práticas de produção. Com isso, o ambientalismo está deixando de ser uma ameaça ao desenvolvimento econômico e industrial para ser incorporado nas estratégias empresariais.

A prática da mineração envolve a alteração das propriedades físicas, químicas, biológicas e sociais do meio onde se insere, sendo assim, considerada uma atividade impactante. A legislação brasileira prevê a recuperação ambiental dessas áreas; entretanto, parece que os impactos sociais e econômicos do local onde a atividade mineral está inserida são, ainda, pouco considerados. Esse fato contribui para a fragmentação nos programas de recuperação e fechamento de uma mina, fazendo com que a sustentabilidade do ambiente não seja alcançada.

Para se alcançar a sustentabilidade é necessário que a recuperação ambiental das áreas considere objetivos futuros e interesses comuns, ou seja, as empresas do setor mineral devem pensar em meio ambiente no início, durante e após o encerramento das atividades mineiras. Para isso, é necessário haver planejamento a longo prazo com um plano de fechamento previamente definido, de forma que o fechamento de uma mina seja o menos impactante possível para a comunidade afetada pelo empreendimento.

O que se constata hoje em dia, é que a grande maioria das empresas da indústria mineral, só se preocupam com o fechamento da mina após a exaustão da mesma. Com isso, o passivo ambiental gerado ao longo dos anos é grande e muitas vezes o custo envolvido é tão alto que as empresas não tem condições de arcar com a recuperação ambiental da área. Este fato é agravado pela falta, por parte dos órgãos ambientais, de uma legislação específica sobre o tema fechamento de mina.

Diante disso, fazem-se necessários estudos sobre este tema, apresentando os principais conceitos envolvidos no processo de fechamento de uma mina, o estágio atual do programa de fechamento de algumas minas da Companhia Vale do Rio Doce, com estudo de casos de minas já exauridas e o panorama do fechamento de minas e reabilitação ambiental nas Américas.

Os valores estimados para o fechamento das minas, referem-se àquelas cuja a exaustão de suas reservas se dê dentro de um horizonte de vinte anos, data esta validada pela MRDI/AMEC.

2. ASPECTOS LEGAIS DO FECHAMENTO DE MINAS

A legislação brasileira não prevê, até o momento, a figura do plano de fechamento de mina ou mesmo esta atividade na sequência de operações de um empreendimento mineiro. O Código de Mineração (Decreto-lei nº 227, de 28/02/67) ou seu Regulamento (Decreto-lei nº 62.934, de 02/07/68) não fazem qualquer referência à etapa de desativação ou fechamento de mina. Na verdade, o reconhecimento dessa etapa do empreendimento e a preocupação com suas consequências somente foram contemplados com o fortalecimento da legislação de proteção ao meio ambiente, que introduziu o conceito de recuperação de áreas degradadas, de abrangência evidentemente mais restrita do que o fechamento de mina.

A Lei da Política de Meio Ambiente, Lei nº 6.938, de 31/08/81, considerada o mais importante marco jurídico da atual legislação de proteção do meio ambiente no País, enumera entre os princípios que devem ser atendidos para a consecução dos objetivos da referida política, “recuperação de áreas degradadas” (Art 2º, inciso VII). Observe-se que, naquele momento, a lei referiu-se a áreas degradadas de modo geral e não especificamente como resultado da atividade de mineração.

“O art. 225, § 2º da Constituição impõe àquele que explorar recursos minerais a responsabilidade de recuperar os danos ambientais causados pela atividade de mineração, consistente na obrigação de recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei. A matéria está regulamentada pelo Decreto n.º 97.632, de 10.04.1989, eis que não existe a lei infra-constitucional específica disciplinando a recuperação de áreas degradadas pela mineração. Deste ordenamento legal destacam-se os seguintes dispositivos: 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.

A peculiaridade da questão do fechamento de uma mina decorre do processo de mudança de uso da área que, até então, era essencialmente de extração mineral, sendo fundamental, portanto, que sejam observadas as imposições legais que derivam deste fato. Vale lembrar que ao outorgar ao minerador a licença ambiental para o exercício das atividades de lavra e beneficiamento, o órgão ambiental competente aprova o plano de recuperação de área degradada, que lhe foi submetido, previamente, por meio do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Ressalte-se que a licença ambiental é ato administrativo vinculado, que produz efeitos específicos e individuais para o seu titular, sendo de caráter definitivo quanto a seus aspectos formais. Portanto, a licença de operação da mina outorgada pelo órgão ambiental gera direitos e obrigações ao minerador, dada a característica de ato definitivo e vinculado com que se apresenta. Portanto, o minerador tem a obrigação de implantar o plano de recuperação de área degradada pela atividade de mineração aprovado pelo órgão ambiental competente, que contempla o uso futuro da área de influência da mina, após o fechamento da mesma. Registre-se, ainda, que será necessário licenciar a nova forma de uso do solo, apenas no caso em que a solução aprovada para a recuperação da área degradada pela mineração se enquadrar entre aquelas atividades de que se exige o licenciamento ambiental, nos termos da legislação em vigor. Com efeito, não há como licenciar o fechamento de uma mina, eis que o licenciamento ambiental é o procedimento administrativo, exigido pela legislação, para a localização, instalação, operação ou ampliação de atividades utilizadoras de recursos ambientais ou causadoras de degradação ambiental, e visa controlar as que comportem risco para o meio ambiente” (Souza, 2001).

É de fundamental importância que as etapas de desativação e fechamento dos empreendimentos mineiros sejam considerados desde o início do desenvolvimento do projeto, constituindo o plano de desativação, para que sejam minimizados os impactos econômicos, ambientais e sociais causados pelo fechamento de uma mina. Para atendimento a esta questão, “o Diretor Geral do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, editou a Portaria n.º 237, de 18.10.2001, alterada pela Portaria n.º 12, de 22.01.2002, instituindo as Normas Reguladoras de Mineração (NRM’s), tendo a NRM n.º 20 disciplinado os procedimentos administrativos e

operacionais em caso de fechamento de mina (cessação definitiva das operações mineiras), suspensão (cessação temporária) e retomada de operações mineiras, estabelecendo, inclusive, que tais hipóteses dependem de prévia comunicação e autorização do DNPM, devendo o minerador apresentar requerimento justificativo, devidamente acompanhado dos diversos documentos que formam o plano de fechamento ou de suspensão da mina. Do Plano de Fechamento de Mina devem constar: a) relatório dos trabalhos efetuados; b) caracterização das reservas remanescentes; c) plano de desmobilização das instalações e equipamentos que compõem a infra-estrutura do empreendimento mineiro, indicando o destino a ser dado aos mesmos; d) atualização de todos os levantamentos topográficos da mina; e) planta da mina na qual conste as áreas lavradas recuperadas, áreas impactadas recuperadas e por recuperar, áreas de disposição do solo orgânico, estéril, minérios e rejeitos, sistemas de disposição, vias de acesso e outras obras civis; f) programas de acompanhamento e monitoramento relativos a: I- sistemas de disposição e de contenção; II- taludes em geral; III- comportamento do lençol freático e IV- drenagem das águas; g) plano de controle da poluição do solo, atmosfera e recursos hídricos, com caracterização de parâmetros controladores; h) plano de controle de lançamento de efluentes com caracterização de parâmetros controladores; i) medidas para impedir o acesso à mina de pessoas estranhas e interditar com barreiras os acessos às áreas perigosas; j) definição dos impactos ambientais nas áreas de influência do empreendimento levando em consideração os meios físico, biótico e antrópico; k) aptidão e intenção de uso futuro da área; l) conformação topográfica e paisagística levando em consideração aspectos sobre a estabilidade, controle de erosões e drenagens; m) relatório das condições de saúde ocupacional dos trabalhadores durante a vida útil do empreendimento mineiro e n) cronograma físico e financeiro das atividades propostas” (Souza, 2001).

“Segundo a NRM n.º 20, o Plano de Fechamento de Mina deve estar contemplado no Plano de Aproveitamento Econômico da jazida - PAE, sendo que o DNPM poderá exigir sua apresentação, na hipótese da mina não possuir o plano de fechamento, que será atualizado periodicamente, no que couber, e estar disponível na mina para fiscalização. Verifica-se, então, que o Plano de Fechamento exigido pelo DNPM prevê que as etapas de desativação e fechamento de mina estão sendo

consideradas desde o início do desenvolvimento do seu projeto de implantação, permitindo a sua constante atualização e flexibilização, desde que não se modifique a solução previamente aprovada pelo órgão ambiental competente para a recuperação da área degradada pela mineração, prevista no EIA/RIMA, que ensejou a licença ambiental da mina. É recomendável que o órgão ambiental competente também tenha acesso ao Plano de Fechamento de Mina apresentado ao DNPM, para ter melhor controle ambiental da área minerada em processo de recuperação, e, se for o caso, exigir a realização de outros trabalhos técnicos que entenda necessários. Entretanto, os trabalhos técnicos adicionais ao Plano de Fechamento exigido pelo órgão ambiental devem se restringir às medidas de controle ambiental a serem implantadas na recuperação da área degradada pela mineração, eis que a solução técnica para a recuperação do meio ambiente degradado pela atividade de lavra e beneficiamento de minério na mina já foi aprovada no seu licenciamento” (Souza, 2001).

Segundo Souza (2001), outro aspecto importante a ser analisado é da possibilidade de futuro aproveitamento mineral da mina fechada. O art. 20, IX da Constituição combinado com o art. 176 estabelece que as jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais pertencem à União Federal, enquanto a propriedade do produto da lavra é do concessionário, sendo que somente este pode efetuar a lavra dos recursos minerais, mediante concessão da União, nos termos da lei. O Código de Mineração (Decreto-lei n.º 227, de 28.02.67) regula o aproveitamento dos recursos minerais por meio de autorização de pesquisa mineral e concessão de lavra outorgadas pela União Federal. “Objetivando incrementar o aproveitamento dos recursos minerais, o Código de Mineração prevê que, após encerradas as operações de lavra, a jazida remanescente poderá ser objeto de pedido de nova autorização de pesquisa ou concessão de lavra, com base no direito de prioridade assegurado a quem requerer área considerada livre ou colocada em disponibilidade pelo DNPM. Na condição de titular da concessão de lavra para o aproveitamento da mina, o minerador tem a obrigação de não interromper suas atividades de lavra por mais de 6 meses, nem suspendê-las sem a prévia comunicação ao DNPM, sob pena de caducidade do título (CM, arts. 47, XIV, 49 e 65). O minerador poderá comunicar o esgotamento da jazida para a substância mineral objetivada ou renunciar ao seu título

minerário (art. 58, CM). No entanto, estas alternativas não impedem novo aproveitamento mineral na área. Portanto, ainda não existe em nossa legislação dispositivo para se evitar que seja requerida área com vista a novo aproveitamento mineral da mina a ser fechada. Para assegurar o seu fechamento efetivo é necessário criar-se o mecanismo legal que permita ao DNPM não considerar livre a respectiva área, para fins de requerimentos de autorização de pesquisa e concessão de lavra, pois as Normas Reguladoras da Mineração não tem o poder de derrogar as normas do Código de Mineração. Por fim, resta analisar a responsabilidade do minerador pelo cumprimento da obrigação de executar o plano de recuperação de área degradada aprovado pelo órgão ambiental competente. O art. 225, § 3º da Constituição Federal dispõe que as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados, estabelecendo três esferas distintas de responsabilidade jurídica: a penal, a administrativa e a civil. O art. 19 da Lei n.º 7.805/89 responsabiliza o minerador legalmente autorizado pela reparação dos danos causados ao meio ambiente, sem distinguir a sua natureza (civil, administrativa ou penal). Portanto, a não recuperação do dano ambiental causado pela atividade de mineração pode acarretar sanções de natureza penal e administrativa, sem desonerar o minerador da obrigação de recuperar o meio ambiente degradado pela atividade (responsabilidade civil)” (Souza, 2001).

“São esses os principais aspectos legais que atualmente envolvem o fechamento de mina no país. Porém, a legislação atual sobre o tema tem sido objeto de muita discussão, visando a sua evolução, porque a questão ainda demanda outras soluções de natureza multidisciplinar, já que o fechamento de uma mina pressupõe ampla negociação entre o minerador e o poder público, com o envolvimento da sociedade, especialmente com a comunidade direta ou indiretamente atingida pelo empreendimento mineiro, a qual deve ser implementada com base nos fundamentos e conhecimentos técnicos científicos e nos conceitos de desenvolvimento sustentável” (Souza, 2001).

3. A DIMENSÃO AMBIENTAL NO PLANEJAMENTO DA MINERAÇÃO

“Até a década de 60, o planejamento da mineração, a exemplo de outros setores produtivos, não considerava a dimensão ambiental, ou seja, os aspectos ambientais a serem incorporados na elaboração e na avaliação dos projetos de investimento em mineração” (Souza, 2001, p.280).

Até então, os projetos de mineração, na sua versão tradicional, apresentavam as seguintes etapas: prospecção, exploração, desenvolvimento e exploração.

“O avanço da consciência ambiental teve como principais resultados a institucionalização da Avaliação do Impacto Ambiental – AIA (1969) e, a partir da Conferência de Estocolmo (1972), a posterior consolidação da aplicação desse instrumento da gestão ambiental, em nível mundial, durante os anos 80. Como consequência desse novo padrão de comportamento ambiental, ditado pelo governo como exigência das comunidades, as empresas tiveram o seu planejamento e a sua estrutura organizacional alterados.

No caso particular do setor mineral, no planejamento das etapas do projeto de mineração, na sua versão contemporânea, tornou-se imperiosa a introdução dos aspectos ambientais em todas as etapas existentes e ainda uma nova etapa foi acrescentada - a desativação” (Souza, 2001, p.280). Isto já ocorre em alguns países do Norte da América e da Europa com tradição mineral. Já nos países da América Latina nem sempre existe esta concepção, que muitas vezes é confundida com uma simples recuperação ambiental da área.

Segundo Souza (2001), essa postura refletiu-se também no organograma das empresas de mineração, passando a existir um setor responsável pelas funções de proteção ambiental e controle da poluição.

Em vista disso, o planejamento da mineração foi também afetado pela dimensão ambiental, tendo em conta que novos elementos técnicos e econômicos relacionados com a questão ambiental, foram incorporados na montagem das distribuições dos fluxos de caixa dos projetos, de modo a refletir os resultados econômicos (liquidez, rentabilidade e risco) do empreendimento, bem como a exigência de maior alocação de recursos.

3.1 O planejamento a longo prazo na recuperação ambiental

A importância do planejamento na recuperação ambiental está fortemente fundamentado na variável tempo. Tanto a exploração mineral quanto a recuperação da área explorada são atividades que requerem tempo para serem concluídas. Por meio do planejamento, é possível harmonizar as práticas de exploração com as de recuperação, de modo que uma não prejudique ou dificulte o êxito da outra. Assim, em se tratando da recuperação ambiental, é importante efetuar um planejamento eficiente, em que os objetivos (de curto, médio e longo prazo) estejam bem definidos. O planejamento a longo prazo das atividades auxilia na integração das práticas produtivas com as de recuperação da área, reduzindo consideravelmente prováveis passivos ambientais.

Entretanto, é necessário deixar claro que o planejamento a longo prazo, por envolver a definição de objetivos a longo prazo e, conseqüentemente, o estabelecimento de estratégias, encontra-se integrado ao planejamento estratégico. As estratégias constituem-se na arte de utilizar os meios existentes para atingir objetivos traçados. Nesse ponto, a recuperação ambiental pode ser considerada parte integrante do ambientalismo empresarial; já o planejamento a longo prazo depende das estratégias de cada corporação.

O planejamento a longo prazo envolve a definição das intenções da empresa e as expectativas das partes interessadas em relação ao meio ambiente.

Por ser a recuperação ambiental um processo que requer considerável tempo de execução, é importante haver um planejamento, também a longo prazo, das atividades a serem desenvolvidas e dos objetivos a serem alcançados, e que este se inicie antes mesmo da exploração das minas. No Brasil, a recuperação ambiental ainda é vista por várias empresas como um evento que ocorre em um período determinado e não como um processo que se inicia antes da mineração e prossegue após esta ter sido completada.

Nos dias atuais, o cumprimento à legislação não é mais a garantia de permanência de uma empresa em um mercado globalizado e cada vez mais exigente quanto às questões ambientais. Sua responsabilidade social, bem como a sua legitimidade, extrapolam do campo técnico para o campo organizacional. A

sociedade espera que, além do ajuste ao sistema jurídico e às normas éticas, a empresa se proponha a adotar medidas objetivando a consecução de objetivos sociais, de caráter não-econômico. Esse fato mostra que as empresas devem considerar essa tendência de participação das partes interessadas nas discussões sobre o futuro das terras exauridas, o que se traduz em maior envolvimento social no processo de planejamento para a recuperação ambiental. Assim, o planejamento da recuperação ambiental não deve estar voltado somente para os interesses do empreendedor, mas também para suas relações externas. Nesse ponto, é necessário considerar o papel social da empresa, mais precisamente daquelas que utilizam recursos naturais como matéria prima direta, como é o caso das mineradoras.

“O planejamento é a chave do sucesso da reabilitação e deve ser parte integrante do plano de mineração. O resultado final, a ser alcançado, é uma reabilitação da área, quando, então, estará garantida a sustentabilidade das relações naturais em harmonia com as sociais” (Nascimento, 2001, p.16).

3.2 O avanço da consciência ambiental, o desenvolvimento sustentável e os recursos minerais

Os mais remotos impactos ambientais provocados pelo homem tiveram origem com o uso de suas ferramentas. Ao longo da história, o crescimento populacional associado às práticas agrícolas inadequadas produziram impactos significantes em determinadas áreas, algumas das quais não recuperadas até os dias atuais. Alguns exemplos podem ser encontrados: salinização do solo devido à irrigação em países do leste do Mediterrâneo e a da Península Arábica; erosão de vertentes pela remoção do solo na Grécia; e, interrupção do fluxo de águas correntes no Afeganistão, provocados pelas atividades de mineração e de fundição durante vários séculos (Brooks apud Govett & Govett, 1976).

“A noção de desenvolvimento sempre esteve associada à promoção da melhoria da qualidade de vida, de modo a justificar as intervenções humanas no ambiente como indispensáveis para promover o desenvolvimento. No entanto, tais intervenções quase sempre foram ineficazes na consecução desse objetivo, pelo

contrário, estão relacionadas com sérias implicações nocivas à qualidade e à disponibilidade dos recursos ambientais” (Souza, 2001, p.281).

Ao longo da história, o conceito de desenvolvimento sempre esteve regido pelas teorias econômicas predominantes, enfatizando apenas, algum aspecto peculiar da problemática do desenvolvimento. Tem predominado, portanto, a concepção de que o crescimento econômico ou a elevação do nível de industrialização era condicionante do desenvolvimento.

“A partir do final da década de 60, surgem diversas teorias preocupadas com as perspectivas da humanidade, diante dos problemas que se manifestavam, em face das deficiências das políticas de desenvolvimento até então adotadas” (Souza, 2001, p.281).

“O Ato Nacional sobre o Meio Ambiente (“National Environmental Policy Act - NEPA”), aprovado nos Estados Unidos (1969), instituiu a execução interdisciplinar da Avaliação de Impacto Ambiental – AIA para projetos, planos e programas e para propostas legislativas de intervenção no meio ambiente, através da Declaração de Impacto Ambiental – *Environment Impact Statement* – *EIS*, que apresenta os resultados produzidos pela AIA. O *EIS* mostrou-se um instrumento eficiente, principalmente no que se refere à participação da sociedade civil nas tomadas de decisão pelos órgãos ambientais, via audiências públicas. Seguramente, o grau de educação e politização, esclarecimento e conscientização da sociedade americana foram fatores determinantes para efetividade desse instrumento. Duas consequências importantes surgiram a partir da nova realidade: a primeira, privilegia os aspectos sociais nos estudos dos impactos ambientais; e, a segunda, valoriza a participação da comunidade na solução da questão ambiental” (Souza, 2001, p.282).

Entre as teorias preocupadas com as perspectivas da humanidade, destaca-se o relatório elaborado pelo Clube de Roma (1972), que prognosticava o colapso no planeta em futuro próximo “se as tendências atuais de crescimento da população, industrialização, produção de alimentos, poluição e diminuição dos recursos naturais fossem mantidas” (Agra Filho, 1993 apud Souza, 2001).

Nesse cenário, as discussões e a divulgação internacional de tais preocupações estimularam a promoção da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo (1972), com a participação de 114 países

(ausentes os países socialistas liderados pela então União Soviética), envolvendo empresas, centros de pesquisa e universidades dos países desenvolvidos, o que propiciou a institucionalização da AIA, como instrumento de gestão ambiental, e o florescimento de ampla literatura sobre o tema. Essa produção reorientou a definição de metas, o planejamento, o processo decisório e a operacionalização de políticas de desenvolvimento e intervenções econômicas, antes orientadas por parâmetros exclusivamente econômico-financeiros. Apesar das controvérsias e da heterogeneidade de interesses envolvidos, os princípios e as recomendações dessa Conferência resultaram em um marco substancial no enfoque conceitual do desenvolvimento. Proclama-se a falência do modelo de desenvolvimento existente (baseado na economia de uso predatório da natureza) e preconiza-se a necessidade de alternativas que privilegiem a qualidade do crescimento (baseado na economia de uso sustentado da natureza), reconhecendo-se assim o ambiente como dimensão fundamental e base de sua sustentação. Introduz-se, então, o conceito de desenvolvimento ecologicamente sustentável e socialmente justo: “o desenvolvimento sustentável” (Agra Filho, 1993 apud Souza, 2001).

A partir da Conferência de Estocolmo, as autoridades governamentais e a comunidade científica têm envidado esforços em explicitar os contornos conceituais do desenvolvimento sustentável, visando configurar os objetivos e estratégias para a sua consecução.

Assim, o relatório “Nosso Futuro Comum” (também conhecido como Relatório Brundtland), elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento e aprovado pela ONU em 1987, propõe o seguinte conceito: *“desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”*.

A expressão “desenvolvimento sustentável” foi utilizada pela primeira vez, em 1980, no documento intitulado “World Conservation Strategy”, preparado pela International Union for Conservation of Nature, em substituição ao termo “eco-desenvolvimento”, que surgiu nos anos 70, usado como nova opção delineada de desenvolvimento, incorporando “estratégias ambientalmente possíveis, para fomentar o desenvolvimento sócio-econômico mais equitativo”.

3.3 Os problemas da relação mineração – meio ambiente

A maior parte de todos conflitos entre mineração e o meio ambiente reside na definição da disponibilidade do uso do solo pela mineração, ou seja, se a mineração pode ser realizada ou não em locais determinados ou em certas regiões, e, em caso positivo, quais as restrições impostas. Pela natureza do problema, a tendência é resolvê-lo de forma polarizada, permitindo ou não a atividade mineral, sem maiores esforços na regulamentação dessa atividade no local proposto, inclusive, geralmente com possibilidades de prejuízos para a própria comunidade. Em alguns casos, uma convivência pode ser encontrada, por exemplo, uma mina pode prosseguir com sua lavra subterrânea, mas não com as operações a céu aberto. Dessa forma, o problema consiste em determinar como proceder para reduzir os impactos ambientais.

Evidentemente, grande parte das decisões sobre o uso do solo obedecem à lógica de mercado, implicando em destinar o uso da terra para o usuário que oferecer o maior valor aceitável. Assim, a questão prioritária não é saber quem é esse usuário, pois se for decidido que a mineração é aceita como usuária do solo em determinada região, logicamente adquirirá ou arrendará o solo pelo maior valor; caso contrário, nem mesmo a pesquisa mineral deveria ser permitida nesse local.

Por vários motivos, a solução aceitável para o problema do uso do solo tem sido mais de natureza política do que de valor de mercado. A maioria das decisões sobre o uso do solo tem ramificações que vão muito além da decisão imediata, e os ganhos vão muito além da decisão imediata, e os ganhos de capital de usos alternativos do solo podem ser muito elevados e concentrados, enquanto que os prejuízos tendem a ser altos, mas amplamente distribuídos. Além do mais, essas decisões são frequentemente carregadas de emoção, como testemunham as disputas sobre o uso de terras agrícolas pela mineração ou o avanço dessa atividade em áreas silvestres.

Provavelmente, a maneira mais racional de decidir e resolver os conflitos sobre o uso do solo pela mineração seja o conceito de uso sequencial do solo, que consiste em planejar sucessivas ocupações do solo, de tal modo que o primeiro uso não venha a produzir danos irreversíveis para fins do segundo aproveitamento, e assim sucessivamente. Seria uma forma de otimização do uso do solo ao longo do

tempo. Ao contrário do uso sequencial do solo, que é exclusivo de uma atividade específica (por exemplo, a mineração), o uso múltiplo concomitante do solo permite outros usos, enquanto prosseguem os trabalhos da atividade principal. Por exemplo, no caso do reflorestamento, o solo pode servir para outros usos, durante o período de crescimento das árvores e mesmo na fase de corte.

A principal questão levantada sobre o uso sequencial, para definir a aceitação ou não da mineração em determinado local, está relacionada com a magnitude da perda definitiva ou pelo menos de longo prazo. Quanto maior a perda ou mais irreversíveis forem as alterações ambientais, mais fortes deverão ser os argumentos contrários à mineração.

Em geral, quando é proposta a implantação de um loteamento imobiliário sobre reservas minerais de considerável valor econômico, a probabilidade de aproveitamento desses minerais torna-se remota. O procedimento racional seria o de explorar as reservas comprometidas com o empreendimento imobiliário antes da sua implantação. Em geral, o prejuízo social em postergar por alguns anos o loteamento é baixo em relação à perda das reservas minerais, contudo, na ótica do empreendedor imobiliário o custo desse adiamento é muito elevado.

Um caso oposto ocorre quando é proposta a implantação de uma mineração em uma região com uma biota única ou rara. Ao ser verificado que haveria danos irreversíveis para a vida de plantas e animais selvagens, por exemplo, a tendência seria decidir fortemente contra a mineração, considerando que é difícil tanto predizer os efeitos físicos sobre a vida selvagem como quantificar os prejuízos sociais, apesar do crescente volume de pesquisas científicas.

Raramente, a decisão sobre o uso do solo é fácil e clara. Outrossim, quando cresce a renda pessoal de uma determinada região ou país, os valores (não mensuráveis pelo mercado) da vida selvagem e da paisagem natural, tendem a crescer em relação aos preços dos minerais. Dessa forma, a mineração deve estar preparada para um futuro de decisões cada vez mais difíceis que as do passado.

3.4 Etapas de um projeto de mineração: da prospecção à desativação

A concepção de um projeto de mineração é a de uma sequência de investigações de caráter geológico, técnico, econômico e dos aspectos político-governamentais, entre os quais estão os aspectos sociais, legais e da política econômica e, como exigência do mundo moderno e globalizado, os aspectos da questão ambiental.

Com o processo de institucionalização da AIA, a partir da Conferência de Estocolmo, em 1972, e com a consolidação institucional da aplicação desse instrumento de gestão ambiental, em nível mundial, nos anos 80, houve um relevante avanço na concepção de um projeto de mineração, ao qual foi incorporada uma nova etapa, anteriormente não considerada pelo empreendedor: a desativação. (Souza, 2001, p.286).

Com essa nova etapa no conteúdo da versão contemporânea de um projeto de mineração, este passa a englobar cinco etapas: prospecção, exploração, desenvolvimento, exploração ou lavra e desativação (Souza, 2001, p.286).

3.4.1 Prospecção

Como etapa inicial do projeto de mineração, compreende as seguintes fases com os respectivos resultados possíveis de serem obtidos:

- **Plano de Prospecção** – nessa fase, considerando-se a disponibilidade orçamentária da empresa, é elaborado o programa de prospecção, no qual consta a seleção da província geológica a ser prospectada, o modelo geológico, a organização administrativa, a equipe responsável e outros elementos.
- **Reconhecimento Geológico** – nessa fase, procede-se a avaliação regional com localização, avaliação e seleção de alvos para a exploração. São utilizados métodos indiretos de prospecção (geofísica, geoquímica, foto-interpretação, etc.) e diretos (levantamentos geológicos preliminares, amostragem de afloramentos naturais, etc), levantamentos bibliográficos (consultas a mapas, registro de minas antigas e trabalhos anteriores, etc).

O resultado da prospecção é a identificação de alvos que justifiquem a execução das investigações da etapa seguinte – a exploração.

3.4.2 Exploração

Tem o objetivo de definir os alvos promissores identificados pela prospecção, compreendendo as seguintes fases:

- **Exploração Preliminar** – nessa fase, cada alvo, depois de amostrado (por sondagem ou escavação), é submetido a uma série de testes geológicos, geofísicos e geoquímicos que definem e caracterizam a mineralização, as alterações e as rochas encaixantes. O sucesso dessa fase culmina com a descoberta de ocorrência (s) mineral (ais). Se esse resultado for obtido, ficam justificadas as investigações e atividades da fase final dessa etapa – o delineamento do possível depósito mineral.
- **Delineamento** – as investigações dessa fase têm o objetivo de estabelecer de forma aproximada a geometria e as dimensões do depósito e os teores e demais especificações do minério, ou seja, a parametrização do depósito. O resultado dessa fase é a descoberta de um depósito mineral com possibilidade de aproveitamento com viabilidade técnico-econômica. O delineamento fornece as informações adicionais para o início das avaliações técnicas e econômicas. Os resultados positivos dessas avaliações transformam o depósito mineral em jazida mineral (que por definição, é um depósito econômico) e conduzem ao início da etapa seguinte do projeto de mineração – o desenvolvimento.

3.4.3 Desenvolvimento

A prospecção e a exploração são as fases precursoras da mineração. Assim, a mineração propriamente dita é iniciada com o desenvolvimento ou preparação para lavra. Deve-se ressaltar que cada jazida apresenta características próprias, que permitem a seleção do método de lavra e do processo de beneficiamento mais adequados, em função dos quais serão executados os acessos, as obras civis, as

instalações e preparadas as frentes de lavra necessários à exploração da mina. Essa etapa é subdividida nas seguintes fases:

- **Pré-desenvolvimento** – nessa fase, são elaborados os projetos selecionados de lavra e de beneficiamento. Os direitos de lavra são adquiridos (cessão de direitos) ou obtidos (concessão de lavra), caso tais providências não tenham sido tomadas anteriormente. São negociados os acordos com os superficiários para uso de áreas de servidão e as licenças para uso de patentes.
- **Desenvolvimento e preparação da mina** - executa-se, nessa fase, a abertura da mina para lavra e outros trabalhos de desenvolvimento para instalações (elétrica, hidráulicas, mecânicas e pneumáticas) da mina; monta-se a planta de beneficiamento, implanta-se a infra-estrutura necessária ao empreendimento. Os trabalhos de desenvolvimento geralmente continuam até o final da vida útil da mina.

3.4.4 Exploração ou lavra

Como inicialmente o empreendimento não atinge sua plena capacidade de produção, essa etapa também pode ser subdividida em duas fases:

- **Pré-produção** – fase preparatória do efetivo início de produção, quando são providenciados: a organização empresarial, o treinamento de pessoal, os testes a vazio e em carga dos equipamentos, etc. No final dessa fase, tem-se o ingresso da parcela inicial do capital de giro necessário ao início da produção. O início da produção transforma a jazida mineral em mina (que por definição, é a jazida em lavra).
- **Produção** – a ênfase dessa fase é a lavra e o beneficiamento do minério para obtenção do produto a ser comercializado. A seleção do método de lavra (a céu aberto ou subterrânea) depende, principalmente, das características da jazida e dos limites ditados pela segurança, tecnologia e economicidade. As condições geográficas e geológicas (tais como profundidade, geometria e dimensões do depósito, teor do minério e natureza das rochas encaixantes) têm papel fundamental na escolha do método de lavra. Os aspectos ambientais também devem ser rigorosamente considerados.

3.4.5 Desativação

Devido aos impactos ambientais da atividade mineira – a exemplo do que ocorre com os demais setores industriais – e às exigências da sociedade moderna, torna-se imperativa a introdução de mais uma etapa no final dos projetos de mineração – a desativação, tema principal deste trabalho. Essa etapa compreende duas fases:

- **Paralisação** – corresponde ao fechamento da mina segundo um plano de desativação, que deve ser preferencialmente elaborado desde o momento da concepção do projeto de mineração, com o objetivo final de assegurar que as operações causem o menor distúrbio possível ao meio ambiente, possibilitando uma rápida reabilitação das áreas eventualmente degradadas. Esta política também garante que as operações provisionem fundos para a reabilitação final das áreas lavradas, as quais não puderem ser recuperadas no decorrer da operação.
- **Abandono** – fase onde são concluídos os trabalhos (que foram iniciados e conduzidos concomitantemente com a lavra) de recuperação definitiva das áreas lavradas, das pilhas de estéréis e de rejeitos, a remoção das instalações e a devolução das áreas para outros usos. Para tanto, as áreas envolvidas devem ter condições de segurança e estabilidade de taludes e diques, o controle da drenagem da mina e demais providências e obrigações previstas no plano de desativação.

3.5 Estudo de impacto ambiental

Tradicionalmente, os projetos de mineração se preocupavam com as questões ambientais de forma parcial e apenas a partir da etapa de desenvolvimento da mina (implantação do empreendimento mineiro). A partir do início dos anos 70, mais precisamente a partir da Conferência de Estocolmo (1972), inicia-se a discussão entre os modelos de desenvolvimento e meio ambiente. Tais discussões resultaram em um conjunto de normas e instituições relacionadas com a questão ambiental, tanto nos países desenvolvidos como nos países do terceiro mundo. A avaliação dos

impactos ambientais passou a ser considerada no mesmo nível dos aspectos técnicos e econômicos, no processo de decisão de qualquer empreendimento. Assim, a necessidade de elaboração de um estudo de impacto ambiental para um projeto de mineração passou a ser uma das obrigações da empresa de mineração, de modo que, na elaboração/avaliação do projeto, que dá suporte à implantação e operação do empreendimento, é reservado um capítulo para as questões ambientais – *Estudo do Impacto Ambiental* (Souza, 2001, p.290).

Estudos de impacto ambiental devem ser elaborados desde o momento da concepção até a desativação do empreendimento, passando pelas etapas de implantação e produção. Um estudo de impacto ambiental, de modo geral, compreende as seguintes etapas (Sánchez, 1995 apud Souza, 2001):

1. Identificação dos impactos;
2. Identificação dos principais problemas ambientais;
3. Estudos de base;
4. Previsão dos impactos;
5. Avaliação dos impactos previstos, e,
6. Plano de monitoramento.

O estudo deve mostrar as relações funcionais entre os elementos do projeto e os componentes ambientais. Deve-se evitar o enfoque exaustivo do meio ambiente, pois a experiência mostra que o excesso de informações pode prejudicar a qualidade dos estudos, além de comprometer grande parte do tempo e da alocação dos recursos físicos e financeiros disponíveis. A preferência é pelo enfoque dirigido, que prioriza as respostas às perguntas bem definidas em relação com os possíveis impactos de cada projeto. As investigações são estabelecidas em função dos objetivos do estudo, procurando-se informações necessárias às tomadas de decisão. A avaliação ou estudo de impacto ambiental não é uma ciência, mas uma atividade que emprega conhecimentos e métodos científicos na busca de soluções para problemas práticos. Desse modo, a sua execução deve ser feita por uma equipe multidisciplinar de profissionais afetos aos problemas (Souza, 2001, p.291).

- ***Identificação dos impactos***

Os principais impactos podem ser identificados, independentemente do diagnóstico ambiental, a partir da análise criteriosa do empreendimento e de analogia com situações e iniciativas similares. A identificação preliminar delimita aproximadamente o universo do estudo do impacto ambiental. Evidentemente, com o aprofundamento desse estudo, novos impactos podem ser identificados. Essa etapa deve revelar as interações entre o empreendimento e o meio ambiente.

- ***Identificação dos principais problemas ambientais***

Essa etapa identifica os problemas mais importantes. Como isso implica juízo de valor, recomenda-se que sejam feitas consultas aos órgãos ambientais e implementada a participação do público para evitar que determinadas questões sejam negligenciadas. A tarefa de identificação das principais questões ambientais evita a tendência do uso do enfoque exaustivo exposto anteriormente.

- ***Estudos de base***

É realizado a partir do reconhecimento preliminar de campo e da análise do projeto para identificação dos impactos potenciais. Devem ser conduzidos de forma a fornecer os dados necessários: à previsão dos impactos (com dados preferencialmente quantitativos); à avaliação desses impactos; e, ao monitoramento (na hipótese da decisão de implantar o projeto tenha sido concretizada). Desses estudos devem constar os estudos de base setoriais (ecológicos, hidrológicos, etc.) a serem executados com o mesmo rigor de uma investigação científica.

Para a realização desses estudos, deve-se escolher as escalas temporal (curto, médio ou longo prazo) e espacial (pequena, média ou larga escala). Evidentemente, tratando-se de componentes ambientais e não de previsões estatísticas, trabalhar com longo prazo e larga escala é mais fácil, porém as previsões são menos confiáveis. Também, impactos importantes podem surgir no longo prazo e a grandes distâncias. O nível de organização ecológica a ser estudado é outro aspecto a ser definido nos estudos de base.

Como a maioria dos fenômenos naturais são cíclicos, estacionários ou sujeitos a variações, as coletas de dados e o estudo de base devem ser elaborados de modo a mostrar tais variações.

Nos meios já degradados, o estudo do estado inicial deve mostrar o nível de degradação para que o impacto seja previsto em relação a esse estado. De modo análogo, nessas condições deve-se conhecer o estado do meio ambiente antes da degradação através de investigações em meios similares (Sánchez, 1995 apud Souza, 2001).

- ***Previsão dos impactos***

Essa etapa difere da identificação dos impactos, no sentido de que deve pelo menos revelar as tendências mais prováveis de alguns indicadores ambientais ao longo da vida, e logo após a desativação do empreendimento. Os indicadores estabelecidos nos estudos de base servem para o estudo da variabilidade dos fenômenos naturais ou sociais, antes da execução do projeto, de modo que suas médias e variâncias sejam comparadas com os mesmos valores medidos após a implantação do projeto.

A previsão dos impactos pode utilizar os instrumentos de todas as disciplinas chamadas a contribuir com os estudos dos impactos, tendo como ponto de partida:

1. Modelos matemáticos (de circulação atmosférica; de dispersão de contaminantes no ar, nas águas superficiais ou subterrâneas; de regimes hidrológicos; de qualidade das águas; de erosão e sedimentação; de propagação de ruídos e de vibrações e de outros processos ecológicos);
2. Modelos conceituais e de simulação, especialmente, ecológicos, nos quais a quantificação é mais difícil que os processos físicos, químicos e físico-químicos;
3. Experiências de laboratório ou de campo (por exemplo, lixiviação de pilhas);
4. Consulta de opinião de profissionais, com base nas suas experiências em situações análogas e seus conhecimentos do meio ambiente.

Apesar das previsões quantitativas serem as preferidas, nem sempre são possíveis. Às vezes, até as previsões qualitativas são difíceis de serem obtidas, como é o caso dos impactos culturais e sociais.

- ***Avaliação dos impactos previstos***

Enquanto a previsão dos impactos informa sobre a magnitude dos mesmos, a avaliação dos impactos previstos informa sobre as consequências.

Impactos que impliquem na perda irreversível de elementos ou de funções dos ecossistemas são considerados importantes.

Obviamente, é uma etapa que requer juízo de valor e onde é recomendada a participação do público. Assim, várias de suas metodologias sugerem uma agregação “racional ou lógica” desses juízos de valor pelos responsáveis pela tomada de decisão.

- ***Plano de monitoramento***

O estudo de impacto ambiental deve propor medidas mitigadoras, logo, um projeto pode ser substancialmente modificado para a redução dos impactos negativos. Como nem sempre os impactos negativos podem ser minimizados, empregam-se as medidas de compensação. Por exemplo, o desmatamento de uma área para implantação de uma mina pode ser compensado pelo compromisso de conservação de uma área equivalente.

Por outro lado, quando os impactos ambientais são positivos – o que normalmente ocorre no campo econômico – adotam-se medidas para potencializar tais impactos. Por exemplo, a implantação de um empreendimento mineiro em uma região subdesenvolvida gera novos empregos, porém os habitantes das localidades nem sempre estão habilitados para ocupá-los. Nesse caso, um programa de treinamento de pessoal pode ampliar o impacto positivo do empreendimento.

O monitoramento deve ser coerente com as demais etapas do estudo de impacto ambiental: em princípio, os indicadores e localização das estações de medição devem ser os mesmos dos estudos de base. O monitoramento é uma continuação dos estudos de base, obedecendo às mesmas recomendações deste.

Os principais objetivos do monitoramento são: (a) verificar os impactos reais do empreendimento; (b) compará-los com as previsões; (c) alertar no caso dos impactos excederem limites pré-fixados; (d) avaliar a capacidade do Estudo de Impacto Ambiental – EIA em fazer previsões futuras e formular recomendações para

o aprimoramento da eficiência dos futuros EIA's de projetos similares ou situados em igual tipo de meio ambiente; (e) servir de apoio à gestão ambiental.

O monitoramento do projeto difere do monitoramento da qualidade ambiental. Este deve ser concebido em função dos impactos previstos e ser capaz de captar variações induzidas e distingui-las de eventuais mudanças naturais ou induzidas por outras fontes.

4. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO

4.1 Conceitos gerais

“Minerar é a arte de extrair economicamente bens minerais da crosta terrestre, utilizando técnicas adequadas a cada situação. Estas técnicas visam minimizar os impactos ambientais ao meio ambiente, dentro dos princípios da conservação mineral, e têm como compromisso a recuperação das áreas mineradas durante a extração e após a desativação, dando a estas áreas um outro uso apropriado.

A conservação mineral caracteriza-se pela ativa descoberta e conseqüente aumento das reservas disponíveis; pela completa extração, evitando-se desperdício na lavra e no beneficiamento; e pela adequada utilização de materiais, não se lançando mão dos nobres quando as necessidades puderem ser atendidas com a utilização de outros, de menor qualidade.

A recuperação de áreas degradadas pela mineração já é uma realidade e faz parte de um compromisso assumido pela empresa desde o início da exploração mineral. Esta recuperação pode ser efetuada durante a lavra, quando da exaustão de algumas frentes e após a desativação da mina. Para que isso ocorra e a área recuperada tenha um uso apropriado, é necessário um planejamento desde o início das atividades mineiras e que este planejamento seja revisto periodicamente ao longo da vida útil da mina.

Os tipos de mineração e as características do depósito mineral, em particular, afetam a paisagem. A lavra subterrânea causa, usualmente, pequenos danos à superfície e a reabilitação de áreas como barragens de rejeitos, remoção das construções e equipamentos fazem da área mais segura. A lavra a céu aberto resulta da destruição da vegetação existente e no perfil do solo. Remoção do capeamento e rocha estéril colocada em pilhas ou cava extinta, podem significar mudanças na topografia e estabilidade da paisagem. Alguns materiais do capeamento podem liberar sais ou conter material sulfídrico, os quais podem gerar drenagem ácida de mina. Estes materiais podem e devem ser selecionados e dispostos de maneira que não causem problema ou podem requerer tratamentos especiais e reabilitação. Um

exemplo da necessidade de tratamentos especiais é a utilização do cianeto na extração do ouro através da lixiviação em pilhas.

Com todas estas atividades, o meio ambiente sofrerá as conseqüências com a provocação de impactos visuais, no ar, qualidade da água, no solo, etc. Estes impactos, na sua maioria, destroem o meio ambiente, gerando áreas degradadas e passivos ambientais, nada que não possa ser recuperado total ou parcialmente” (Oliveira Júnior, 2001, p.5).

- *Degradação*

Serão discutidos aqui conceitos de degradação, inclusive o utilizado pela legislação federal, de processos do meio físico e sua alteração voltada à mineração.

A publicação do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis – Ibama, foi uma das pioneiras a relacionar a degradação com aspectos biológicos, edafológicos e hídricos afetados pela mineração “a degradação ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico forem alterados” (IBAMA, 1990 apud Oliveira Júnior, 2001). Para, em seguida, estabelecer o conceito de que a degradação ambiental “ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento sócio-econômico” (IBAMA, 1990 apud Oliveira Júnior, 2001).

No caso da mineração, dentre as normas legais mais elucidativas, o Decreto Federal 97.632/89, que estabelece a exigência de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD para atividades de mineração, define o conceito de degradação como os “processos resultantes de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais”.

Diante destes conceitos, podemos inferir que a degradação está associada à alteração ambiental, gerada por atividades humanas, que vem causar um efeito negativo no solo.

- *Recuperação*

São apresentados aqui os conceitos mais utilizados na literatura sobre a recuperação de áreas degradadas pela mineração, relacionados à recuperação do meio físico, a ser utilizada ao longo do trabalho.

O Decreto Federal 97.632/89, onde se define a recuperação como o “retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente”. Segundo Bitar, 1997 apud Oliveira Júnior (2001) este conceito já incorpora os de reabilitação e recuperação, uma vez que associam a instalação de um novo uso na área com a obtenção da sua estabilidade.

Com relação a restauração, recuperação e reabilitação, o autor cita os diversos conceitos presentes na literatura nacional e internacional, até meados da década de 80, estabelecendo a seguinte distinção: restauração é a reprodução das condições existentes na área antes da perturbação, onde a completa restauração é impossível em relação à mineração de agregados ou bens minerais de uso direto na construção civil (areia, brita, etc.), devido a pouca geração de rejeitos e estéreis (aproveitamento de 50% a 70% do mineral bruto extraído) é rara em relação a minerais metálicos; recuperação do solo é o processo de manejo do solo no qual são criadas as condições para que uma área perturbada, ou mesmo natural, seja adequada a novos usos; e reabilitação do solo, é a forma de recuperação em que uma área perturbada é adequada a um uso determinado, segundo um projeto prévio (Bitar, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001).

A ABNT apresenta os seguintes conceitos: *restauração* – termo associado à idéia de reprodução das condições exatas do lugar, tais como eram antes de ser alteradas pela intervenção humana no meio físico; *recuperação* – termo associado à idéia de que o local alterado seja trabalhado de modo que as condições ambientais finais se aproximem das condições anteriores à intervenção; ou seja, deve-se devolver o equilíbrio ou estabilidade dos processos ambientais atuantes anteriormente no local; *reabilitação* – termo associado à idéia de que o lugar alterado deverá ser destinado a um determinado uso do solo, de acordo com um projeto prévio e sem condições compatíveis com a ocupação das adjacências, ou seja, deve-se reaproveitar a área para uma nova finalidade (comercial, industrial, habitacional, agrícola, de proteção ou conservação ambiental, recreativa, cultural, etc.).

- *Passivo Ambiental*

O termo passivo ambiental é empregado freqüentemente no sentido monetário “para conotar o acúmulo de danos infligidos ao meio ambiente natural por uma determinada atividade ou pelo conjunto de ações humanas”. Neste sentido, duas definições chamam atenção: a primeira da ONU em que o passivo ambiental é configurado quando, houver uma obrigação da entidade de prevenir, reduzir ou retificar um dano ambiental, quando esta não puder evitar tal obrigação, seja esta, legal, ou contratual, política, prática do ramo de atividade, ou por divulgação por parte da administração e quando o valor da exigibilidade puder ser estimado; a segunda, (Ribeiro, 2000 apud Oliveira Júnior, 2001), onde os passivos ambientais são constituídos pelas expectativas de sacrifícios de benefícios futuros, impostos pela legislação e regulamentações ambientais (taxas, contribuições e multas) em decorrência de ressarcimento a terceiros por danos provocados, estimativas de gastos para a recuperação de áreas degradadas por iniciativa própria, ou seja, exigido por lei ou terceiros.

Em ambas definições, o passivo ambiental exige um valor a ser gasto, sob exigências variáveis, contudo nem sempre estes gastos podem ser quantificados.

Neste trabalho, o conceito de passivo ambiental utilizado é “o acúmulo de danos ambientais que devem ser reparados afim de que seja mantida a qualidade ambiental de uma área degradada” (pela mineração) (Sánchez, 2001), acrescido da quantificação dos gastos despendidos pelas empresas na recuperação de áreas degradadas quando da desativação de uma mina e que podem ser acrescidos nos custos de produção dos bens minerais. Obviamente, quando estes danos puderem ser quantificados.

4.2 Objetivos da recuperação de áreas degradadas

A legislação federal brasileira estabelece por meio do Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, em seu art. 2º, que “a recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio a uma forma de utilização, de acordo com um plano de pré-estabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio

ambiente”. No entanto, não há esclarecimento quanto aos valores quantitativos e qualitativos que deverão ser abordados.

Inerentes ao processo de recuperação estão o levantamento da capacidade e do potencial da área em suportar o seu novo uso e a definição dos objetivos, de longo e curto prazos, a serem estabelecidos para alcançá-los. Sem uma definição clara das metas ambientais da organização, os esforços não são direcionados e os objetivos não são atingidos.

Os objetivos para a recuperação da área devem estar claramente definidos e coerentes com a capacidade de uso da área e os esforços requeridos para a sua manutenção. Entretanto, muitos dos projetos realizados no Brasil visam somente os objetivos de curto prazo e a visão da grande maioria das mineradoras baseavam-se na criação de uma resposta visual imediata, apresentando, assim, a estética como um item importante.

Os objetivos para a recuperação de áreas degradadas podem ser vistos por perspectivas teóricas e práticas; sob perspectivas práticas, os objetivos incluem a concordância com a legislação, o conhecimento dos objetivos de uso da área e uma manutenção mínima longo prazo. De uma forma geral podemos afirmar serem três os objetivos da recuperação: o químico (controle da poluição química, da drenagem ácida e dos metais pesados); o biológico (controle da erosão dos solos, adição de matéria orgânica, desassoreamento dos rios); e o biológico/estético (introdução de flora e fauna adequadas ao meio).

O Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 1987 apud Nascimento, 2001) determina, de maneira geral, os seguintes objetivos a serem alcançados na recuperação de áreas degradadas:

A curto prazo:

- recomposição da topografia do terreno;
- controle da erosão do solo;
- revegetação do solo;
- correção dos níveis de fertilidade do solo; e
- controle da deposição de estéréis e rejeitos.

A médio prazo:

- surgimento do processo de sucessão vegetal;

- reestruturação das propriedades físicas e químicas do solo;
- ocorrência de reciclagem dos nutrientes; e
- reaparecimento da fauna.

A longo prazo:

- auto-sustentação do processo de recuperação;
- inter-relacionamento dinâmico entre solo-planta-animal; e
- utilização futura da área.

Na recuperação ambiental, os objetivos, além de enfocarem horizontes temporais mais amplos, apresentam caráter qualitativo, visto que estão vinculados a fatores subjetivos e de difícil quantificação e mensuração. Os objetivos de curto prazo devem ser vistos como metas a serem cumpridas para garantir a viabilidade daqueles de longo prazo.

Como garantia de sucesso do empreendimento, no caso a reabilitação da área, os valores e interesses humanos devem ser considerados na formulação dos objetivos, principalmente os de longo prazo, juntamente com o contexto e as relações naturais. Assim, a definição do horizonte temporal do planejamento a longo prazo deve envolver questões como:

- a responsabilidade social da empresa;
- o grau de abrangência (física e temporal) de suas atividades;
- os impactos ambientais decorrentes delas;
- a viabilidade do projeto dentro da lucratividade da empresa;
- a legitimidade do processo de recuperação; e
- a sustentabilidade do uso futuro previsto para a área.

O planejamento na recuperação ambiental de áreas mineradas e a determinação de objetivos de longo prazo são fatores importantes para o sucesso do processo e para o desenvolvimento da economia da região. A partir do momento em que a recuperação ambiental passa a ser vista como um processo, fica mais claro estabelecer modelos para a criação de cenários que vislumbrem objetivos a longo prazo.

4.3 Princípios da recuperação de áreas degradadas

A mineração, independente do tipo ou característica do depósito mineral, pode causar distúrbios na paisagem. A lavra subterrânea torna a área pouco impactada superficialmente, ao contrário da lavra a céu aberto que, pela maior movimentação de materiais, impacta de maneira acentuada a superfície com significativas mudanças na topografia e estabilidade da paisagem, além da remoção e disposição de rocha estéril com as aberturas de cavas.

Diante destes distúrbios causados pela mineração, a AUSTRÁLIA (1995) apud Oliveira Júnior (2001), elecionou alguns princípios básicos que podem ser seguidos. São eles:

- Preparar a recuperação por meio de planos no início da mineração; é necessário um plano prévio e dinâmico o suficiente, para ser aperfeiçoado ou modificado durante a vida da mina;
- Sempre que possível, minimizar as áreas que devem ser desmatadas, quanto menos áreas desmatadas menor a quantidade de áreas a serem recuperadas;
- Caracterizar e estocar o solo fértil para uso futuro, evitando assim o decapeamento de outros locais para a coleta destes solos;
- Recuperar progressivamente a área à medida que a lavra avança, diminuir a quantidade de áreas a serem recuperadas da mina e os seus custos de recuperação, quando da desativação da mina;
- Reconformar as áreas lavradas, tornando-as estáveis, drenadas e adequadas para o uso futuro do solo;
- Minimizar, sempre que possível, os impactos visuais causados pela mineração, isto pode ocorrer através da recuperação simultânea à lavra e instalação de cortinas arbóreas no entorno da mina;
- Após a lavra, reinstalar drenagens naturais existentes anteriormente, sempre que possível;
- Minimizar a erosão eólica e hídrica após o fechamento da mina, por meio de revegetação e instalação de drenagens naturais;

- Remover e controlar os materiais tóxicos e residuais, controlando o transporte, utilização e despejo de resíduos tóxicos;
- Preparar o solo após a lavra para permitir infiltração de ar, água e o crescimento da raiz, necessidade de descompactação do solo lavrado para permitir a instalação da vegetação;
- Enriquecer o solo pobre em nutrientes com o uso de corretivos e adubos químicos ou orgânicos;
- Revegetar da área minerada com espécies consistentes com o uso do solo após o fechamento da mina;
- Prevenir o avanço de ervas daninhas e pragas nas áreas recuperadas, evita trabalho de replantio e perda de espécies;
- Monitorar e gerenciar as áreas recuperadas até a vegetação tornar-se auto-sustentável e a completa integração da área reabilitada às áreas circunvizinhas.

4.4 Objetos da recuperação de áreas degradadas

De um modo geral, as áreas degradadas pela mineração são os objetos dos trabalhos de recuperação, isto é, são todas as áreas que sofreram modificações desde o início da mineração e ao longo da sua vida útil.

Em um empreendimento, mineiro Bitar (1995) apud Oliveira Júnior (2001) sistematizou as principais atividades e dividiu-as em três grandes áreas: áreas lavradas, áreas de disposição de estéril e rejeitos, e áreas de infra-estrutura. Neste trabalho, a área de infra-estrutura citada foi restrita àquelas que fornecem suporte para as atividades da mina e para os seus limites e acrescentada uma nova área chamada de obras civis e equipamentos correspondendo a todas as construções, usinas de beneficiamento, estruturas associadas e equipamentos. As definições destas áreas são descritas abaixo:

Áreas lavradas correspondem às áreas onde ocorreram a pesquisa e extração do bem mineral: trincheiras, poços, galerias subterrâneas, superfícies decapeadas, cavas (secas ou inundadas), frentes de lavra (bancadas, taludes), etc.

Áreas de disposição de estéril e rejeitos são aquelas onde estão dispostos todos os materiais não aproveitados durante a sua vida útil, incluem: pilhas de estéril, bacias ou barragens de rejeitos, solos superficiais, materiais estéreis, rejeitos de beneficiamento, circulação de águas das minas, componentes químicos utilizados, etc.

Áreas de infra-estrutura aqui referidas como vias de acesso (rodovias, ferrovias, aeroportos, etc.), linhas de transmissão, torres de comunicação, tubulação de suprimentos de água, etc.

Obras civis e equipamentos incluem os escritórios, almoxarifados, refeitórios, laboratórios de ensaios, usina geradora de energia, fabricação e armazenagem de explosivos, armazéns de minérios, guas, guinchos, equipamentos de poços, transportadores e equipamentos móveis, etc.

4.5 Medidas de recuperação para áreas degradadas

Bitar (1995) apud Oliveira Júnior (2001) explica que as medidas de recuperação visam a correção de impactos ambientais negativos verificados em uma determinada mina, exigindo soluções especiais, adaptadas às condições já estabelecidas e comumente utilizadas em mineração. São baseadas em observação de campo e geralmente envolvem aspectos do meio físico. Estas medidas estão explicitadas a seguir:

- *Medidas aplicadas para áreas lavradas*

Algumas das medidas usualmente empregadas são: retaludamento, revegetação (com espécies arbóreas nas bermas e herbáceas nos taludes) e instalação de sistemas de drenagem (com canaletas de pé de talude, além de murundus na crista do talude) em frentes de lavra desativadas; retirada, estocagem e reutilização da camada de solo superficial orgânico (horizonte pedológico O ou A), com cobertura de superfícies lavradas ou de depósitos de estéreis ou rejeitos; retirada; estocagem e utilização da camada de solo de alteração (horizonte pedológico B) na construção de diques, aterros, murundus ou leiras de isolamento e barragens de terra;

remodelamento de superfícies topográficas e paisagens; contenção ou retenção de blocos rochosos instáveis; redimensionamento de cargas de detonação em rocha, entre outras.

- *Medidas aplicadas a áreas de disposição de resíduos sólidos*

Algumas das medidas empregadas usualmente são: revegetação dos taludes de barragens (neste caso, somente com herbáceas) e depósitos de estéreis ou rejeitos; redimensionamento e reforço de barragens de rejeito (com a compactação e sistemas de drenagem no topo); instalação, à jusante do sistema de drenagem da área, de caixas de sedimentação ou novas bacias de decantação de rejeitos; redimensionamento ou construção de extravazores ou vertedouros em barragens de rejeito; tratamento de efluentes (por exemplo, líquidos ou sólidos em suspensão) das bacias de decantação de rejeitos; tratamentos de águas lixiviadas em pilhas de rejeitos ou estéreis; tratamento de águas subterrâneas contaminadas, entre outras.

- *Medidas aplicadas a áreas de infra-estrutura*

Algumas das medidas empregadas são: captação e desvio das águas pluviais; captação e reuso das águas utilizadas no processo produtivo, com sistemas adicionais de proteção dos cursos d'água naturais através de canaletas, valetas, murundus ou leiras de isolamento; coleta (filtros, caixa de brita, etc.) e tratamento de resíduos (esgotos, óleos, graxas, etc.); dragagem de sedimentos em depósitos de assoreamento, implantação de barreiras vegetais; execução de reparos em áreas circunvizinhas afetadas pelas atividades de mineração, entre outras.

- *Medidas aplicadas a obras civis e equipamentos*

Descontaminar, se necessário, remover todos os equipamentos e construções, encher as escavações, remover tanques subterrâneos e, a céu aberto, restaurar as drenagens naturais, quebra ou soterramento do concreto reconformação da topografia e revegetação.

4.6 Planejamento ambiental da recuperação de áreas degradadas

“A recuperação de áreas mineradas deve, sempre que possível, ser executada através de um plano estabelecido antes da implantação da mina, e, à medida que as operações mineiras estejam sendo desenvolvidas, programas de controle e preservação ambiental devem ser implementados. Findadas as operações mineiras, iniciam-se os trabalhos de recuperação ambiental destas.

Obviamente, ajustes no plano inicialmente estabelecido deverão ser realizados ao longo da vida útil da mina até a sua completa desativação quando então medidas mais concretas serão aplicadas.

Os tipos de recuperação comumente utilizados são:

- Recuperação de áreas mineradas após a desativação completa das atividades mineira, mesmo planejada, só deve ser executada em operações que durante a vida útil da mina, não puderem ser executadas. Ex. cavas de grande porte, bacias ou barragens de rejeitos, construções, etc.
- Recuperação simultânea à lavra ocorre geralmente após a desativação de frentes de lavra e desenvolve-se paralelamente às atividades mineiras. Utilizada freqüentemente para cavas de pequeno porte e pilhas de estéril.

Estes trabalhos, quando realizados de acordo com o citado anteriormente, têm um custo de controle, preservação e recuperação ambiental, inicialmente mais elevado, no período em que a empresa está capitalizada, tendendo a diminuir após a completa desativação da mina, período em que a mina está descapitalizada, além de reduzir ou eliminar o passivo ambiental deixado pela atividade mineira.

Dentre os trabalhos de recuperação planejada, Bitar (1995) cita ainda mais dois tipos de recuperação:

- Recuperação provisória – implementada em áreas sem um uso final definido, ou, ainda, quando a desativação prevista estiver para se executada em longo prazo. Recupera-se a área para o período que esteja sem ocupação.
- Recuperação definitiva – quando o uso final do solo estiver definido, devendo ocorrer simultaneamente à lavra e voltada a estabilização da área

e em conformidade com a utilização prevista no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)” (Oliveira Júnior, 2001, p.15).

4.7 Técnicas de recuperação ambiental para áreas degradadas

As técnicas mais usadas para assegurar um uso sequencial produtivo são numerosas, contudo, todas compreendem as seguintes etapas:

Erosão e drenagens superficiais

Erosão é o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos de partículas de rocha, pela ação combinada da gravidade com água, vento, gelo e/ou organismos (plantas e animais) Salomão e Iwasa (1986) apud Oliveira Júnior (2001). Em geral, distinguem-se duas formas de abordagem para os processos erosivos: erosão “natural” ou “geológica”, que se desenvolve em condições de equilíbrio com a formação do solo, e “erosão acelerada” ou “antrópica”, cuja intensidade, sendo superior à formação do solo, não permite sua recuperação natural Salomão e Iwasa (1986) apud Oliveira Júnior (2001).

O entendimento destes processos erosivos permite destacar dois importantes eventos iniciais envolvendo, por um lado, o impacto das gotas de chuva na superfície do solo, promovendo a desagregação e liberação das suas partículas; e por outro, os escoamentos superficiais das águas, permitindo o transporte das partículas liberadas. Dependendo da forma como se dá o escoamento superficial ao longo da vertente, pode-se desenvolver dois tipos de erosão: erosão laminar ou em lençol, quando causada pelo escoamento difuso das águas de chuva, resultando na remoção progressiva e relativamente uniforme dos horizontes superficiais do solo; e erosão linear, quando causada pela concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, resultando em pequenas incisões na superfície do terreno, em formas de sulco que podem evoluir por aprofundamento a ravinas Salomão e Iwasa (1986) apud Oliveira Júnior (2001).

Caso a erosão se desenvolva por influência não somente das águas superficiais, mas também dos fluxos d'água sub-superficiais, em que se inclui o lençol freático, configura-se o processo mais conhecido por voçoroca, com

desenvolvimento de “piping” (erosão interna ou tubular) Salomão e Iwasa (1986) apud Oliveira Júnior (2001).

Causas da erosão em trabalhos mineiros

As principais ações desenvolvidas pela mineração que provocam erosões superficiais no terreno são:

Manejo do solo, que é a retirada da vegetação e da camada fértil do solo, visando a abertura de minas, quer sejam subterrânea ou a céu aberto;

Aberturas de trincheiras, poços e posteriormente grandes cavas (buracos) no subsolo para a retirada do bem mineral; desta forma, mudam-se as drenagens existentes antes destes trabalhos;

Disposição de resíduos sólidos ou em forma de polpa nas encostas, planícies e vales;

Controle da erosão

O controle da erosão é importante durante a lavra e no programa de recuperação. O maior objetivo da reabilitação do solo é de estabelecer uma cobertura vegetal adequada para estabilizar o local e prevenir a erosão. Antes da cobertura vegetal, se faz necessário o controle da erosão na área minerada. As partículas do solo podem ser transportadas de três maneiras: pelo vento, pela água por deslizamento ou pela penetração no subsolo.

Os solos susceptíveis a erosão pelo vento são aqueles que contém 60% de grãos de areia desagregados e grãos individuais de dimensões que alcançam 0.1 a 0.5mm. AUSTRÁLIA (1995) apud Oliveira Júnior (2001).

O controle da erosão eólica pode ser feito por:

- a) proteção da superfície do solo com vegetação natural (palhas) ou saturação do material que compõe o solo;
- b) manutenção do solo resistente à erosão por meio de uma mistura de solo com uma crosta compactada ou torrões;
- c) redução da velocidade dos ventos nas áreas degradadas por meio de quebra-ventos.

A erosão pela água envolve dois estágios: no primeiro os grandes agregados de solos são quebrados em finas partículas, e no segundo, estas finas partículas são carregadas para abaixo do talude. Esta perda de solo através da água é função da erosividade ou intensidade de chuvas, da erodibilidade do solo, do comprimento e gradiente dos taludes, da quantidade de cobertura vegetal e das medidas de controle da erosão tomadas. A erodibilidade do solo depende da textura, estrutura e do grau pelo qual as partículas se desagregam em contato com a água.

Medidas de proteção à erosão são de fundamental importância, dentre elas destaca-se a drenagem externa da área minerada, por meio de canais, drenos e barragens. As barragens de sedimentos são os meios mais comuns de controlar o carreamento de sedimento causado pelo escoamento superficial das águas.

Em áreas mineradas, os controles da erosão pelas águas são realizados por:

- a) diminuição do fluxo de água na superfície do solo;
- b) redução do impacto das chuvas no subsolo;
- c) manutenção das condições de agregação do solo resistente à erosão.

Uma outra maneira de reduzir a erosão é através do aumento da infiltração no terreno, canalizando estas águas para um local previamente determinado. Uma das maneiras de aumentar esta infiltração é a escarificação do terreno uma vez que esta alivia o solo da compactação e o deixa acessível para as raízes das plantas, aglutinando o subsolo ao solo fértil.

Manejo do solo

A conservação do solo é a chave para o sucesso das atividades de recuperação. O solo deve ser tratado como um recurso escasso e hoje em dia não é mais admissível que o mesmo seja manejado como os demais estéreis de mineração e simplesmente lançado num bota-fora Sánchez (2000) apud Oliveira Júnior (2001).

A camada superficial do solo (os horizontes O, A e B superficial) deve ser removida separadamente e estocada para posterior utilização. Melhor ainda, se possível, o solo removido de um local da mina deve ser imediatamente aproveitado em outro, minimizando o tempo de exposição do intemperismo. Caso contrário, o

solo pode ser armazenado por períodos de até dois a três anos, desde que estocado adequadamente Sánchez (2000) apud Oliveira Júnior (2001).

A área a ser desmatada deve ser sempre a mínima necessária à operação segura da mina. Quando possível, deve ser encontrado um uso para a vegetação que foi retirada, quer seja para lenha, móveis e utensílios em geral. Esta também pode ser usada durante a revegetação como fontes de sementes, proteção do solo contra a erosão ou como hábitat natural para a fauna da região.

O solo fértil é freqüentemente o mais importante fator no sucesso da reabilitação ambiental, particularmente onde o objetivo é restaurar o ecossistema nativo. Em muitas situações, os solos férteis das áreas decapeadas devem ser armazenados para a subsequente reutilização. O solo fértil contém a maioria das sementes e propágulos de plantas, microrganismos do solo, matérias orgânicas e nutrientes de plantas.

O solo retirado deve ser depositado ao longo da área de entorno do empreendimento, quando possível. Isto ajudará a controlar a erosão, reduzirá o fluxo de água nos taludes e aumentará o armazenamento de água. Se possível, o solo fértil deve ser colocado imediatamente à área de origem para a completa reconstituição topográfica do terreno (retorno direto).

O retorno direto tem diversas vantagens se comparado a estocagem em pilhas para posterior utilização. Primeiro, evita duplo manuseio; segundo, evita a criação de pilhas, o que significa que terra extra deve ser desmatada para a colocação destas pilhas; terceiro, mais importante, estas pilhas reduzem a qualidade do solo.

Pilhas de armazenamento de solo tornam-se anaeróbicas, deterioram as estruturas dos solos, matérias orgânicas e nutrientes são perdidos, sementes deterioram-se e os microrganismos são reduzidos significativamente.

Se não houver outra opção e o solo fértil tiver que ser estocado em pilhas, como é freqüente na mineração devido ao longo período de lavra em determinadas áreas, isto deve ser feito por um curto espaço de tempo, devendo seguir algumas regras AUSTRALIA (1995) apud Oliveira Júnior (2001):

A pilha de estocagem deve ser tão baixa quanto possível com uma grande superfície de área e altura menor ou igual a 2,0m;

Estas pilhas devem ser revegetadas para evitar erosão, ervas daninhas e manter ativos os micronutrientes do solo;

A sua localização deve ser onde não haja operações mineiras e evitar manuseio excessivo o que causará efeitos adversos na estrutura do solo.

Se o solo fértil retirado é inviável, o custo de transporte proibitivo ou o solo contém grandes quantidades de ervas daninhas ou plantas patogênicas, inconvenientes à reabilitação, então o subsolo, o decapeamento, a rocha estéril ou material similar deve ser usado como substrato para a revegetação.

Reconformação da área degradada

A definição de remodelagem de um terreno dada pelo IBAMA (1990) apud Oliveira Júnior (2001) é escultura feita em grande escala coberta com uma variedade de vegetação, com água ou rochas, de tal forma que sua composição estética seja harmoniosa e agradável para a percepção humana. Essa recomposição nada mais é do que um preparo do relevo para receber a vegetação, dando-lhe uma forma estável e adequada para o uso futuro do solo. Para que o relevo final seja adequado é necessário atender a alguns objetivos IBAMA (1990) apud Oliveira Júnior (2001):

- Estabilidade do solo e dos taludes;
- Controle da erosão;
- Aspectos paisagísticos e estéticos;
- Uso futuro do solo definido anteriormente;
- Alguma similitude com o relevo anterior.

Estes são alguns objetivos que podem ser seguidos, mas depende de cada caso. Algumas vezes é difícil manter a similitude com o relevo anterior, devido ao porte da degradação a área remodelada guarda pouco ou nenhuma semelhança com a paisagem anterior, como uma mina a céu aberto de grande dimensão.

O terreno a ser revegetado deverá ter uma forma pré-determinada adequada aos objetivos da recuperação e aos usos futuros previstos. Daí a importância da declividade do terreno em áreas conformadas. A Figura 1 do Ibama ilustra que cada inclinação corresponde a um tipo de uso final recomendado para o solo. Para terrenos

mais inclinados, 70% (35°), a recuperação mais adequada será o reflorestamento, para terrenos com inclinação de 25% (15°), pastagens e com 10% (5°), culturas.

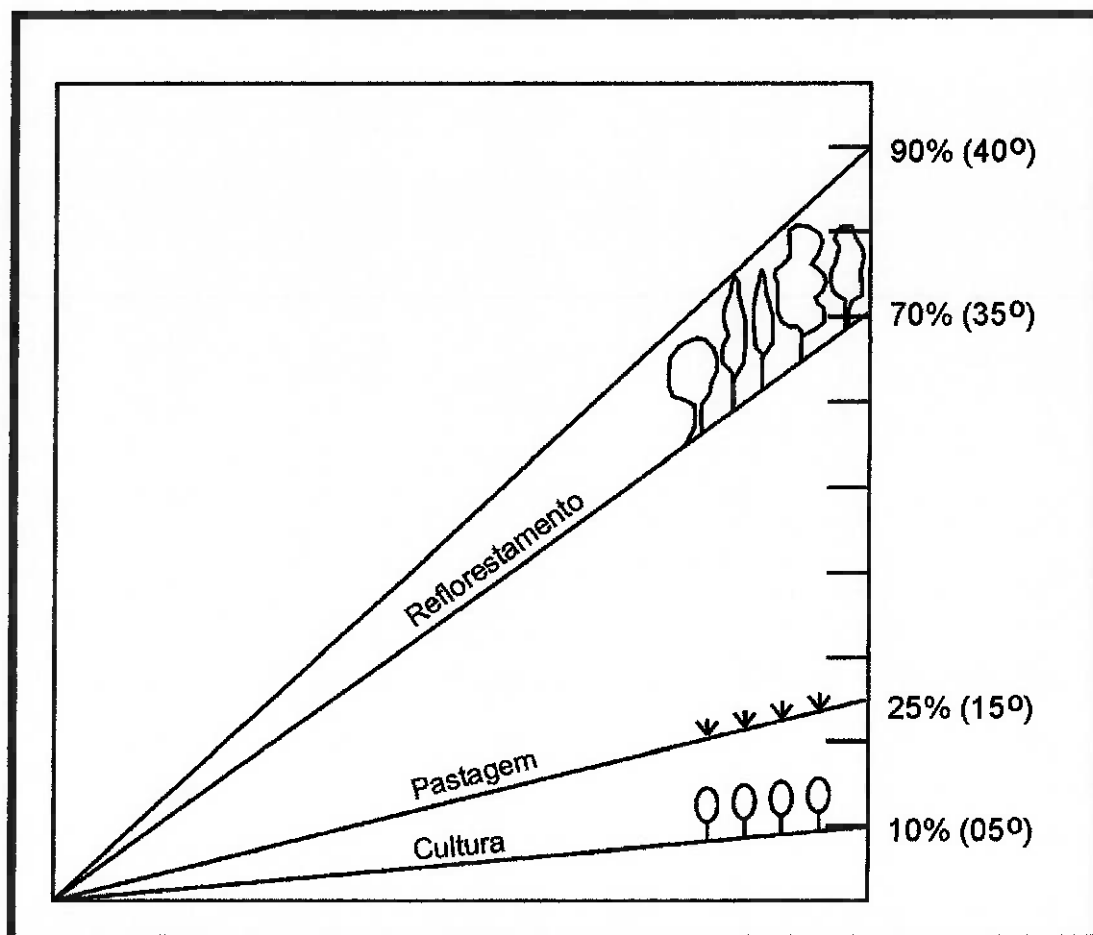


Figura 1: Inclinação recomendada para diversos usos finais do solo. Segundo Williamson et al (1982) apud Oliveira Júnior (2001).

Na maioria das minas, as áreas a serem revegetadas se apresentam em bermas e taludes, resultantes da remoção de material ou de sua disposição em pilhas. Embora este seja o perfil típico de muitas minas e os aspectos geométricos do relevo resultante sejam geralmente vistos como forma final do terreno, isto não precisa ser necessariamente aceito em todos os casos. Há situações em que é desejável dar nova forma à superfície. Por exemplo, para reduzir o impacto visual da área a ser recuperada, pode-se tentar reproduzir formas de relevo dominante no entorno: situação como esta se apresenta nas minas de calcário, onde é comum a presença de

extensos afloramentos naturais de rocha na forma de paredões; ao invés de deixar bancada de face lisa, é viável criar reentrâncias e sulcos, onde a menor insolação e umidade favorecerão o estabelecimento de comunidades vegetais adaptadas a esse ambiente; é possível também depositar pequenas espessuras de solo nesses locais e mesmo plantar espécies nativas, acelerando, desta forma, o processo de restabelecimento da vegetação Sánchez (2000) apud Oliveira Júnior (2001).

A presença de água pode ser um fator limitante à recuperação da área degradada, mas também pode ser usada criativamente para o estabelecimento de um novo ambiente adequado ao novo uso que se pretenda dar à área. A figura 2 mostra quatro diferentes soluções para um mesmo local hipotético de onde foi extraída areia pelo método de dragagem. Em cada caso, o objetivo foi de maximizar um tipo de uso futuro para cada finalidade – agrícolas, recreativas, residenciais ou conservação ambiental – Sánchez (2000) apud Oliveira Júnior (2001).

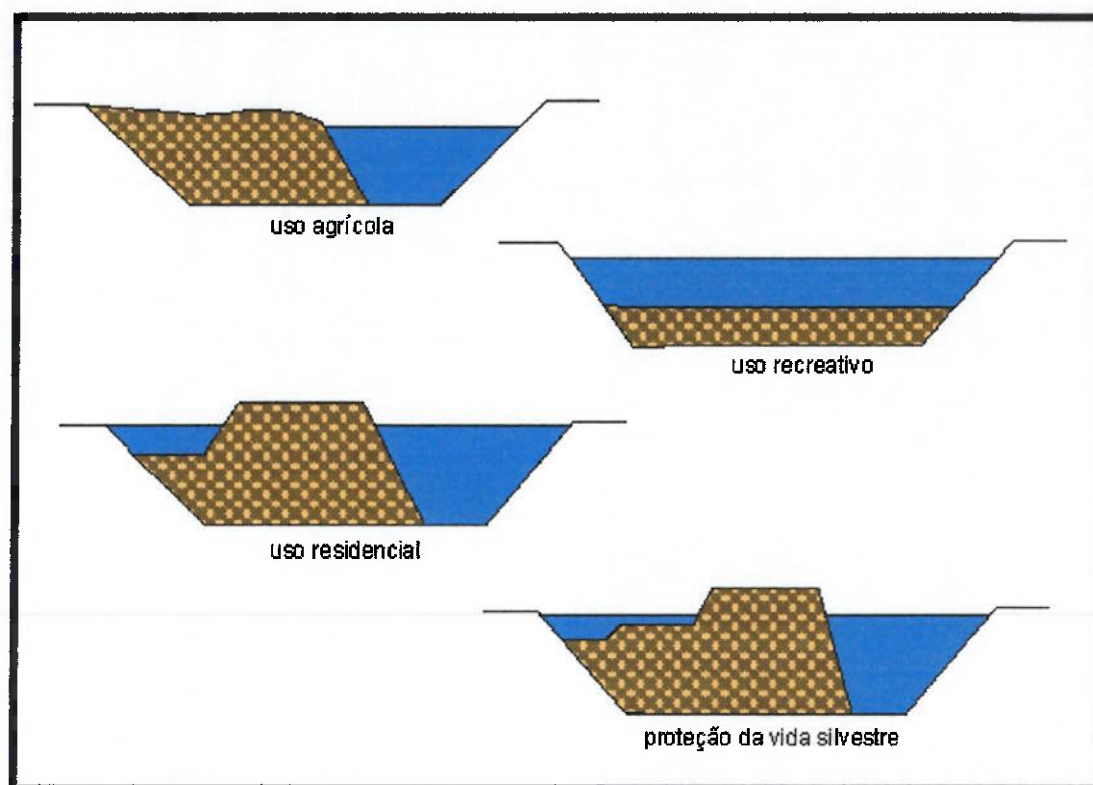


Figura 2 : Diferentes alternativas de reafeiçoamentos topográficos de uma área de extração de areia Sánchez (2000) apud Oliveira Júnior (2001).

O aspecto estético está essencialmente ligado ao impacto visual da futura área recuperada. Taludes de mineração têm formas geométricas que contrastam com as formas geralmente curvas do terreno natural. Se a área tiver grande visibilidade pode ser interessante dar ao terreno uma forma concordante com o entorno, abatendo os ângulos de talude ou criando uma frente de talude sinuosa, talvez com a utilização de técnicas de desmonte escultural se tratar de taludes em rocha. A forma ideal é um critério a ser levado em conta quando da elaboração do projeto, e vale para bancadas de mina, taludes de pilha de estéril, cortes de estradas e todas as demais intervenções no terreno Sánchez (2000) apud Oliveira Júnior (2001).

O terreno a ser revegetado deverá ter uma forma pré-determinada, adequada aos objetivos da recuperação e aos usos futuros previstos. A remodelagem e o nivelamento do local é um aspecto essencial da reabilitação e a necessidade de se reafeiçoar pilhas de estéril, por exemplo, pode ser minimizada pelo bom planejamento e gerenciamento do empreendimento mineiro. A forma final deve ser hidrológicamente compatível com as áreas vizinhas. Os taludes devem ser estáveis e, se possível, o mesmo gradiente dos taludes naturais.

Alguns fatores devem ser considerados na forma futura do terreno, tais como:

- Estabilidade, inclinação máxima e o comprimento dos taludes para que sejam estáveis, dependem de algumas variáveis como: características da pilha de estéril, solo fértil e intensidade de chuvas na região. Para se avaliar os diferentes potenciais de erosão de diferentes materiais é necessário uma investigação geotécnica. Em taludes altos, é necessária a construção de pequenos degraus, com as inclinações do piso de até 5% na direção do talude e ângulo de inclinação dos taludes em torno de 260.
- As drenagens das áreas vizinhas servirão de guia. Um aumento nas redes de drenagens será requerido se os gradientes dos taludes forem aumentados e mudarem a natureza dos materiais envolvidos.

A remodelagem final de uma área degradada depende do tipo de intervenção que nela ocorreu. No caso específico da mineração, são objetos de remodelagem as áreas que estiverem sujeitas à lavra a céu aberto, áreas de disposição de resíduos sólidos ou líquidos (pilhas de estéril e bacias de rejeitos) e áreas de infra-estrutura.

No quadro 1 a seguir, podemos englobar as atividades de mineração e as medidas a serem adotadas para a preparação e para a recuperação.

Atividades Mineiras	Medidas Adotadas de Reconformação do Terreno
Trincheiras, cavas secas ou inundadas.	Enchimento da cava com estéril ou rejeito de mina; Manutenção da cava com a regularização das bancadas com ou sem enchimento de água.
Pilhas de Estéril ou minérios lixiviados extintos	Retomada das pilhas para enchimento de cavas; Restabelecimento das redes de drenagens naturais; Instalação de sistemas de drenagem e captação de águas superficiais.
Bacias de rejeitos	Terraplanagem da bacia de rejeito para uso apropriado.
Barragens de Rejeitos	Manutenção da barragem para acúmulo de águas pluviais; Instalação de sistemas de drenagens nos taludes das barragens.
Instalações de beneficiamento	Desmontar e remover todos os equipamentos e construções; Remover materiais enterrados; Enchimento das escavações; Remoção de tanques subterrâneos.
Instalações de apoio (escritórios, refeitórios, alojamentos, etc.)	Conservação dos edifícios para novos usos; Demolição das construções e terraplanagem do terreno visando novos usos da área.
Infra-estrutura (estradas, acessos, casa de força, etc.)	Manutenção das estradas locais; para uso da comunidade; Bloqueio de estradas sem uso; Conservação das instalações de energia.

Quadro 1 : Atividades mineiras e medidas adotadas para a reconformação do terreno Oliveira Júnior, 2001, p.24.

Revegetação

Quando se pretende restaurar a vegetação nativa, se produz uma vegetação idêntica à original. O esforço inicial de revegetação deve visar a construção de um

sistema de desenvolvimento auto-sustentável, utilizando o processo de sucessão natural.

Os fatores que influenciam na vegetação, segundo o ITGE (1989) e Vasconcelos (2000) apud Oliveira Júnior (2001) são os climáticos, edáficos e topográficos.

Os climáticos atuam na cobertura vegetal e são tomados pela radiação solar, precipitações, temperatura e ventos.

Os edáficos, que resumem a influência do solo sobre a vegetação, são: a textura, e estrutura, o conteúdo e disponibilidade de nutrientes para as plantas e sua reatividade (relacionada com o pH) e sua profundidade.

Os fatores topográficos atuantes são: altitude, declividade ou inclinação de encostas naturais ou taludes, a exposição solar (devido ao ângulo de incidência da luz solar), a orientação (em relação ao norte geográfico) e as formas do relevo. Todos estes fatores atuam de forma integrada e podem causar alterações microclimáticas, devido a sua maior ou menor exposição ao sol e também maior ou menor capacidade de retenção de água e nutrientes no solo, além da influência da profundidade.

A atividade mineira causa modificações nos fatores físicos e químicos do solo durante e após a desativação de uma mina. Estas alterações são:

Temperatura – é influenciada pela incidência de raios solares (dependendo do ângulo de incidência em relação ao norte magnético) e pela quantidade de radiação solar. As alterações destes fatores ocorrem pela modificação na forma e inclinação dos taludes construídos nas cavas, pilhas de estéril e bacias ou barragens de rejeitos na mina.

Umidade – é a quantidade de água disponível no solo, de origem pluvial. O seu escoamento superficial é alterado pela mudança na inclinação dos taludes, que podem facilitar mais o escoamento que a percolação. A compactação nos pisos das cavas, nas bermas e no topo das bacias de decantação também alteram a capacidade de umidade do solo. Outro fator que altera a capacidade de retenção de água é a granulometria do material compactado.

Aeração do solo – envolve a presença de oxigênio e gás carbônico no solo, impedindo o crescimento de raízes, a existência de microorganismos, as reações

químicas e a absorção de elementos nutritivos. É alterado pela compactação dos solos.

Presença e disponibilidade de nutrientes – os nutrientes são fundamentais para a germinação e desenvolvimento dos vegetais e os macronutrientes, tais como: fósforo, cálcio, nitrogênio, enxofre, potássio, etc. são alterados devido ao suprimimento de vegetação preexistente.

Acidez e alcalinidade – O pH é um fator muito importante para a implantação da vegetação, porque condiciona a estrutura do solo. Quando o solo está com o pH baixo (ácido), torna-se tóxico devido ao déficit de fósforo e diminuição da atividade bacteriana. Quando o pH do solo for alto (básico), significa perda de nitrogênio e queda de micronutrientes.

Toxicidade – o solo torna-se tóxico quando está associado à mineração de minerais metálicos, onde se dispõem resíduos contendo metais pesados como: cobre, chumbo, zinco, níquel, etc.

Para que a revegetação, em uma área degradada pela mineração, tenha sucesso é necessário informações sobre o melhor momento de se plantar, selecionar as espécies e o uso adequado da área.

O melhor período de se restabelecer a vegetação é determinada pela distribuição sazonal e pela precipitação pluviométrica. Todos os trabalhos de preparação da revegetação devem ser completados antes do tempo, quando as sementes experimentam as melhores condições de germinação e sobrevivência, isto é, chuvas confiáveis e temperaturas convenientes.

A seleção de espécies dependerá do uso futuro da área, das condições do solo e do clima. Se a finalidade é restaurar a vegetação nativa e a fauna, então as espécies devem ser pré-determinadas. Se, após a mineração, as áreas têm condições diferentes da anterior e deseja-se preencher a área com vegetação nativa original, então, algumas espécies de fora da área minerada têm que ser introduzidas. Espécies com crescimento similar à vegetação original, que florescem em áreas de solo compatível com a posição da drenagem, aspecto e clima da área reabilitada, são mais apropriadas. Cuidados devem ser tomados na introdução destas espécies que podem invadir áreas de vegetação nativa circunvizinhas ou tornar-se uma erva daninha para a indústria agrícola.

Quando o uso futuro da área é agrícola, então as espécies selecionadas devem ser aquelas comumente usadas para pastagens ou cultura com climas comparáveis e solos com textura similar, posição de drenagem, pH e fertilidade. Tudo isto de acordo com o superficiário do solo.

A EPA da Austrália faz uma comparação entre as vantagens de coletar semente ou comprá-las no mercado informal, visando o sucesso da revegetação.

Considerações importantes para a coleta de sementes:

- Evitar coletar sementes de espécies raras, de limitada produção ou difícil coleta;
- Identificar a área antes das sementes estarem maduras;
- Coletar sementes maduras;
- Evitar sementes ou frutos que tenham sido atacados por insetos ou mostrarem sinais de infecção por fungos.

Considerações importantes para a compra de sementes:

- Comprar sementes de mercados confiáveis evita problemas com identificação de espécies e contaminação com ervas daninhas;
- As sementes devem ser de áreas conhecidas;
- Devem ser conhecidas as datas de coleta e as condições de estocagem;
- O fornecedor deve fornecer a taxa de germinação das sementes;
- Se forem para fins agrícolas, devem ter certificado de órgão governamental.
- As sementes devem ser limpas antes da estocagem para remover os restos de terra e palhas o máximo possível e podem ser extraídas de cápsulas ou outros frutos por diversos meios. As técnicas de processo e estocagem incluem secagem de cápsulas no solo ou em estufa.
- As sementes limpas devem ser armazenadas em locais secos, pobres em insetos e vermes, os vasilhames rotulados com detalhes das espécies, data e localização da coleta. Se for o caso, as sementes devem ser tratadas com inseticidas ou fungicidas antes do armazenamento para prevenir ataque de insetos e fungos. É freqüente a perda da taxa de germinação no tempo.

Estas sementes devem ser armazenadas a baixa umidade (menor que 10% de umidade relativa) e baixa temperatura.

A preparação de viveiros adequados é um fator importante no sucesso das mudas. O objetivo destes é a criação de condições ideais para a germinação das sementes. É importante, nos viveiros, o tipo de solo e facilidades de obter água sem permitir o crescimento de ervas daninhas. No processo de reabilitação e recuperação através de revegetação, tem importância o controle de entrada e alastramento de ervas daninhas.

Para ajudar na restauração do ecossistema natural é parte fundamental da recuperação ambiental encorajar o retorno da fauna nativa nas áreas desmatadas pela mineração. Alguns invertebrados podem ser introduzidos no solo cultivável fresco e colocados na área. Muitas espécies necessitam de recolonização vindas de áreas vizinhas. A taxa de colonização da fauna é influenciada pelo alcance de fatores que incluem o tamanho da área reabilitada, a população da fauna circunvizinha e o sucesso do programa de revegetação. Muitos grupos faunísticos serão colonizados mais rapidamente se a área contiver recursos, tais como: alimentação, abrigo e locais de criação. Em muitos casos, a estratégia de retorno da fauna é o restabelecimento da vegetação nativa.

Algumas dificuldades no restabelecimento da fauna ocorrem quando os níveis de população são baixos nas áreas circunvizinhas ou as espécies estão extintas localmente. Também pode ter retorno lento de fauna, quando as espécies requerem recursos que não estão disponíveis na nova reabilitação.

As áreas reabilitadas necessitam de ser monitoradas e gerenciadas após a reabilitação. O sucesso da reabilitação é frequentemente comprometido pela invasão de predadores, ervas daninhas e atividades humanas. A auto-sustentabilidade pode levar muitos anos para ocorrer.

A manutenção inclui:

- Replante de áreas falhadas ou insatisfatórias;
- Reparo de qualquer problema de erosão;
- Gerenciamento de queimadas;
- Controle de pestes e ervas daninhas;

- Controle, com cercas, de predadores e animais nativos;
- Aplicação de fertilizantes;
- Controle de imigração e pH.

Os sucessos da recuperação e reabilitação ambiental incluem os componentes:

- Físicos - estabilidade e resistência à erosão do solo e restabelecimento da drenagem natural;
- Biológicos - riqueza de espécies, densidade de vegetação, produção de sementes, retorno da fauna, controle de ervas daninhas, produtividade e estabelecimento do ciclo de nutrientes.

Monitoramento

O monitoramento é realizado através de inspeções periódicas, visando manter as condições necessárias ao cumprimento dos objetivos preestabelecidos anteriormente. Nestas inspeções, são coletadas amostras que, comparadas aos indicadores ambientais, verificam se os parâmetros estão sendo ajustados e se a recuperação está sendo bem sucedida. Caso os resultados sejam insatisfatórios, a área degradada deve ser reavaliada e as medidas reformuladas Bitar (1997) apud Oliveira Júnior (2001).

Um programa de monitoramento envolve as estabilidades físicas, químicas e condições ambientais de uma área degradada e visa à verificação e alcance das condições e usos esperados.

A estabilidade física envolve as áreas de extração (cavas, pilares subterrâneos, etc.), áreas de disposição de estéril (pilhas de estéril e bacias ou barragens de rejeitos) e obras civis (oficinas, escritórios, alojamentos, etc.).

A estabilidade química consiste na coleta de amostras periódicas de água de superfície e subterrânea e solos superficiais para a avaliação de material lixiviado. Os locais mais visados para estas coletas são pilhas de estéril, bacias ou barragens de rejeitos, sistemas de gerenciamento de água e estocagem de material.

5. DESATIVÇÃO DE MINA

A partir dos anos setenta, a proteção ambiental passou a ter mais importância e provocou sérias transformações na indústria mineira, e, conseqüentemente, mudança da visão das atividades de mineração, por considerá-la a partir de agora, uma forma de uso temporário do solo e não como uso final como era no passado.

Como conseqüência desta mudança de visão, as empresas do setor mineral começaram a pensar em meio ambiente no início, durante e após o encerramento das atividades mineiras, com atividades dirigidas a revegetação, paisagismo, melhoria do solo e desenvolvimento sócio econômico regional.

Apesar das empresas de mineração começarem a pensar em meio ambiente, associados às atividades de mineração no Brasil, somente as grandes empresas se preocupam, algumas de forma bastante limitada, com as questões ambientais durante a vida útil dos seus empreendimentos Oliveira Júnior (2001).

Por sua vez, os órgãos ambientais governamentais, dentro do regime de concessão de licenças para preservação dos ambientes, solicitam sempre das empresas planos e programas de controle ambiental e plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD), inclusive fornecendo roteiros para a apresentação destes documentos técnicos. Em nenhum momento, se fala ou se têm informações acerca de desativação de mina Oliveira Júnior (2001).

No Brasil, que apesar de ter grandes minas, algumas em poder do Estado, existe uma ampla e superficial legislação para fechamento de mina e estes planos, quando existem, são negociados e incorporados dentro dos planos da mina em particular.

Diante da falta de normas específicas para a desativação de empreendimentos mineiros, estudos sobre este tema são necessários, visando à criação de um modelo de Plano de Desativação de Empreendimentos Mineiros onde sejam propostas estratégias proativas para a recuperação ambiental das áreas degradadas pela mineração, tendo como finalidade a diminuição de passivos ambientais gerados após a desativação das minas Oliveira Júnior (2001).

Este capítulo trata especificamente do modelo proposto que tem como base a sua implementação juntamente com as fases da mineração, culminando com a descrição das etapas que se seguirão após a decisão de fechamento da mina.

Ressalta-se também a importância dos custos de desativação, que podem ser identificados antes, durante e após a desativação da mina.

5.1 Conceitos sobre desativação de mina

Para um melhor entendimento deste capítulo e de todo o trabalho devemos conceituar algumas palavras que se referem à desativação de mina e, frequentemente, são encontradas nos principais trabalhos consultados sobre o tema. Dentre elas, descomissionamento (“decommissioning”), fechamento (“closure”) e pós-fechamento (“pos-closure”) e com menos frequência manutenção (“care and maintenance”) Oliveira Júnior (2001).

Descomissionamento (“Decommissioning”) é uma palavra que vem sendo usada no Brasil como tradução do termo inglês “decommissioning”. Nos dicionários brasileiros, este termo existe com o seguinte significado “destituir (alguém) de cargo em comissão”. A definição encontrada em dicionários estrangeiros, que vem da definição usada para usinas nucleares, é a seguinte: “to stop using a nuclear weapon or reactor and prepare to take it to pieces”. Em tradução livre, “parar a utilização de um reator ou arma nuclear e preparar para desmontá-lo”. Com base nesta tradução, a mineração tomou emprestado o termo que pode ser traduzido como parada das operações mineiras e o preparo para o desmonte das suas unidades Oliveira Júnior (2001). Em seguida, algumas definições de outros autores:

Para (Luz & Damasceno, 1996, apud Oliveira Júnior 2001) “é o substituto da quarta operação de lavra, a recuperação, abrangendo tudo o que ela se propõe, além de introduzir um novo componente, este já moderno, que é a minimização de efluentes nocivos ao meio ambiente e também um período de transição entre a paralisação e o fechamento”. Para (Mudder & Harvey, 1998 apud Oliveira Júnior, 2001) “trata de uma atividade intermediária entre a lavra e a recuperação”. Para (Knoll, 1998, apud Oliveira Júnior, 2001) “parte importante do processo de fechamento o qual inicia-se próximo, ou até a parada da produção de minério e

incorpora a remoção de infraestruturas não usuais, desenvolvimento da forma final do solo e a construção de componentes específicos para o fechamento”. Já segundo (Vale, 2000 apud Oliveira Júnior, 2001) “é um processo que tem início na vizinhança do momento da paralisação da produção e termina com a remoção e/ou adequação da infra-estrutura, obras civis, etc. Seria o período de transição entre a paralisação das atividades e o fechamento da mina”.

As definições de Knoll (1998) e Vale (2000) apud Oliveira Júnior (2001) parecem mais adequadas. Além de serem consideradas pelos outros autores como um período de transição, definem também o seu período de atuação. Na realidade, esta etapa cumpre o papel de preparação para a desativação futura.

O termo fechamento (“Closure”) é definido por alguns autores como se segue. (Mudder & Harvey, 1998 apud Oliveira Júnior, 2001) definem como “ponto do tempo ao qual as revegetações tenham sido completadas, soluções químicas nocivas foram eliminadas; um grau máximo de gerenciamento tenha sido implementado e um programa de monitoramento da superfície final ou de água subterrânea tenham sido iniciados”.

(Knoll, 1998 apud Oliveira Júnior, 2001) acrescenta que “o fechamento é um processo de toda a vida da mina que, tipicamente, culmina no abandono do imóvel”. Para (Vale, 2000 apud Oliveira Júnior, 2001) “é o processo que acompanha o ciclo de vida da mina e encerra as atividades de descomissionamento e restauração. A liberação da área seria dependente da aprovação dos trabalhos realizados e do nível de gerenciamento passivo que tenha sido implementado versus a necessidade de monitoramento”. Atualmente, o fechamento é definido como um processo que acompanha todo o ciclo da vida de um empreendimento mineiro, apesar de não ser considerado por todas as empresas, onde todas as atividades de extração foram completamente paralisadas e já foram definidas as necessidades de cuidados ativos ou passivos nas áreas que estão sendo ou foram recuperadas.

Os trabalhos de manutenção (“care and maintenance”) são os cuidados necessários que se deve ter com algumas áreas da mina desativada que necessitam de monitoramento constante por um determinado período. Este período pode durar de alguns meses até vários anos ou tornar-se perpétuo.

Pós-Fechamento (“Post closure”) é também um termo usado por alguns autores. (Mudder & Harvey, 1998 apud Oliveira Júnior, 2001) o definem como “o ponto do tempo depois do qual nenhum gerenciamento, ou cuidados de manutenção passivos ou ativos, ou monitoramento adicional são necessários ou requeridos”. Para (Vale, 2000 apud Oliveira Júnior, 2001) “estágio após o qual não são necessários trabalhos de monitoramento e de gestão passiva”.

Pós-fechamento é o estágio no qual todos os cuidados com a manutenção, passiva ou ativa, já não são necessários, sendo a área completamente recuperada, podendo ser entregue a terceiros, sem restrições.

Neste texto, o termo genérico que caracteriza o popularmente chamado de “fechamento” de uma mina é a desativação de mina e pode ser definida da seguinte maneira: é a paralisação da atividade mineira em decorrência de fatores físicos, econômicos, tecnológicos ou ambientais, de caráter parcial ou total, permanente ou temporária tendo como a finalidade principal a redução ou eliminação do passivo ambiental por meio de ações de recuperação desenvolvidas ao longo da vida da mina e após a sua paralisação.

Os fatores físicos (teor e quantidade de minério), econômicos (flutuação do preço do minério no mercado), tecnológicos (modernização de equipamentos e pesquisa) e ambientais (mineração em área urbana), são aqueles referentes às razões que levaram a mina à desativação.

Quanto ao caráter, parcial quando se trata do encerramento de uma frente de lavra (cava, pilhas de estéril, etc.); total quando se trata da desativação de toda a mina; permanente quando não haverá mais retomada nas atividades ali desenvolvidas, e; temporário quando a empresa tem a perspectiva de retomar a produção, por exemplo, quando se trata de problemas de preço do bem mineral no mercado mundial.

O crescente fechamento de minas leva a caracterizar a desativação de mina como uma das fases da mineração, que tem como etapas que a compõem o descomissionamento, o fechamento, os cuidados ativos e passivos (manutenção) e o pós-fechamento.

5.2 Objetivos da desativação de mina

Os principais objetivos da desativação de uma mina são:

- Proteger a saúde humana e do meio ambiente mediante a manutenção da estabilidade física e química;
- Possibilitar a reutilização das terras, uma vez que as operações mineiras sejam concluídas;

A manutenção da estabilidade física implica na estabilidade de taludes, para evitar escorregamentos catastróficos; proteção contra a erosão eólica e de água, transporte de particulados e sedimentos a jusante; estabilidade de pilhas de estéril, barragens de rejeitos, taludes de estradas, etc.

A manutenção da estabilidade química refere-se à contenção de substâncias químicas contaminantes e evitar que as mesmas sejam introduzidas no meio ambiente. Esta pode ser mantida pelo controle e tratamento das suas fontes de emissão. O controle das fontes de contaminantes nem sempre é possível; com isto, nos cabe controlar a migração de soluções de lixiviação despejadas no meio ambiente. Isto pode ser feito por encapsulações superficiais e subterrâneas com revestimentos de baixa permeabilidade, muros de contenção. Ex. como no caso da drenagem ácida de mina.

O uso adequado da terra que foi submetida à lavra mineral pode incluir hábitat de fauna silvestre, campos de pastagens, recreação em lagos especialmente desenhados, construção de instalações recreativas, construção de parques industriais, etc. Obviamente, se pretende que os habitantes das localidades próximas participem da definição do uso futuro destas terras e os órgãos ambientais funcionem como agentes reguladores entre os habitantes e as companhias mineiras.

Outros objetivos secundários foram identificados por Mudder & Harvey (1998) apud Oliveira Júnior (2001):

- Minimizar, em longo prazo, a responsabilidade das empresas de mineração com o meio ambiente;
- Alcançar a aquiescência dos órgãos e autoridades ambientais;

5.3 Problemas ambientais causados pela desativação inadequada de uma mina

O fechamento inadequado de uma mina é fruto da falta de um plano de desativação que tenha sido previsto antes do início da operação ou durante a operação da mina e seja implementado ao longo da sua vida útil.

Dentre as desculpas apresentadas pelos mineradores para o não preparo e implementação de um plano de desativação, estão:

- Os órgãos ambientais não os solicitam, apenas pedem planos de recuperação de áreas degradadas;
- A longa vida da operação de uma mina – os mineradores alegam que têm muito tempo para preparar a desativação;
- As incertezas com a eventual produção podem tornar impraticável projetar um plano de fechamento com antecedência;
- Possibilidade de que novas tecnologias possam ser desenvolvidas durante a vida útil operacional de uma mina.

Escudadas nestes argumentos, as desativações, quando ocorrem, só são pensadas com pouco tempo de antecedência. Desta maneira, o plano de desativação é projetado e implementado em pouco tempo apenas para atender às necessidades dos órgãos ambientais, sem consulta prévia à comunidade.

Nesta altura, as empresas estão descapitalizadas, portanto o plano acaba sendo o mais barato possível, o tempo de monitoramento menor e, muitas vezes, executadas por terceiros, sem uma devida fiscalização e orientação da empresa contratante.

Ora, sendo assim, as soluções são muito simplistas, isto é, não há avaliações de alternativas de recuperação. A manutenção será sempre passiva, e, em pouco tempo, estarão abandonando a área, sem, contudo, realizar uma recuperação adequada.

Dentre os problemas acarretados pela falta de plano de desativação destacam-se:

- Necessidade de recuperação de grandes áreas degradadas, áreas que não foram recuperadas na fase de operação;

- Os custos de recuperação são mais elevados, com a duplicidade de operações, conseqüentemente, aumento dos custos;
- As empresas estão descapitalizadas devido à paralisação, empregam alternativas mais baratas e menos duradouras para a recuperação das áreas mineradas;
- As empresas tendem a reduzir os gastos despendidos no momento da recuperação, uma vez que será desembolsada em pouco tempo;
- A perda iminente do emprego pelo mineiro, gera estresse, desestímulo, baixa auto-estima, e, conseqüentemente, o relacionamento familiar torna-se ruim;
- Não há uma consulta à comunidade, a recuperação é unilateral, isto é, as decisões são tomadas pela empresa o que gera grandes insatisfações.

Por outro lado, uma desativação organizada pode trazer grandes benefícios não só em termos técnicos, como ambientais e sociais. Segue abaixo alguns dos principais benefícios da desativação organizada de uma mina:

- Assegura que os componentes ambientais necessários à produção (estoque de água, ar, terra, etc.) estejam disponíveis para as operações futuras;
- Fornece um ambiente sadio no qual os mineiros possam trabalhar e viver;
- Reduz a extensão e o dispêndio com a recuperação final;
- Melhora o perfil ambiental e registra a rotina dos trabalhos que servirão para as gerações futuras;
- Reduz tensões e conflitos dentro das comunidades locais por meio de discussão dos trabalhos de recuperação entre a empresa, a comunidade e órgão ambiental.

5.4 Razões da desativação

As principais razões que levam uma mina à desativação são descritas por (Sánchez, 1998 apud Oliveira Júnior, 2001) e reproduzidas a seguir.

“A necessidade de desativação de minas e instalações conexas deriva, portanto, em primeira análise da quantidade finita de recurso mineral existente em

cada jazida. Com maior frequência trata-se de uma exaustão econômica e não física das reservas de minério, embora haja algumas notáveis exceções de minas que têm funcionado durante séculos”.

Outros acontecimentos podem causar a desativação precipitada de uma mina em circunstâncias extremas são os fenômenos da natureza, tais como inundações e secas; acidentes ou incidentes, tais como explosão de gases em minas de carvão subterrânea e ruptura de barragens de rejeitos Laurence (2001) apud Oliveira Júnior (2001).

As principais razões são:

Exaustão:

- custo do estéril a ser extraído é maior que a venda do minério e;
- teor do minério é demasiado baixo face aos custos de produção da mina.

Obsolescência a falta de investimento pode se dar por duas razões:

- a modernização das instalações leva a perda de competitividade ante os concorrentes, e;
- falta de investimento em pesquisa mineral (ativa descoberta), tendo como consequências a estagnação das reservas.

Mercado a flutuação de preço dos minérios, principalmente os fixados internacionalmente, como a maioria dos metais. Neste caso, o fechamento pode ser temporário.

Impactos Ambientais fatores de ordem ambiental e relacionados com a comunidade, principalmente em zonas urbanas. Ex. pedreiras.

Alguns recursos minerais remanescentes, frequentemente, podem ser reclassificados como reservas e minerados posteriormente, dependendo apenas de fatores econômicos e tecnológicos favoráveis.

5.5 Fases da desativação

A desativação de uma mina é uma decisão que deve ser tomada depois de estudada e amadurecida todas as possibilidades do empreendimento manter-se em funcionamento. Não sendo mais possível o seu funcionamento, terão que ser

adotadas algumas medidas que serão descritas adiante, para que as minas desativadas não causem problemas ambientais futuros.

A preocupação com o fechamento da mina deve começar desde o início dos trabalhos de mineração (pesquisa) e dos estudos de viabilidade. Os planos devem ser elaborados nesta fase para serem implementados no dia-a-dia das operações mineiras, culminando com a recuperação ambiental das áreas mineradas após o seu fechamento.

A reabilitação de uma mina deve ser progressiva para que, se possível, a proporção da recuperação seja similar à proporção do avanço dos trabalhos mineiros. Mineração é um uso temporário do solo e deve ser integrada com, ou seguida por outras formas de uso do solo, quando possível.

Conforme já citado anteriormente, a desativação de empreendimento mineiro deverá ser encarada como mais uma fase ou etapa de empreendimento mineral. Isto já ocorre em alguns países, particularmente os países do Norte da América e da Europa com tradição mineral. Já nos países da América Latina nem sempre existe esta concepção, que muitas vezes é confundida com uma simples recuperação ambiental da área.

É nesta linha de raciocínio que se montou o fluxograma da figura 3, na página seguinte, englobando sucintamente as principais fases da mineração e a desativação de mina, explicando como são possíveis juntar uma simples recuperação ambiental da área minerada (fase I) e a desativação de mina propriamente dita (fase II).

As fases da mineração e desativação estão plenamente interligadas. Para finalidade de estudos, são separadas em duas fases de desativação.

A fase I, denominada de Pré-Desativação, é a fase de preparação e início da implementação do plano de desativação de mina e desenvolve-se simultaneamente com as operações de mina (lavra e beneficiamento), onde passivos ambientais (cavas, pilhas de estéril, bacias ou barragens de rejeitos, etc.) são gerados e medidas de preservação e controle ambientais podem e devem ser adotadas. Estas medidas visam exatamente diminuir o passivo ambiental a ser recuperado quando da desativação da mina. O plano gestado nesta fase sofre aperfeiçoamentos durante a vida útil da mina até a sua implementação após a paralisação.

É nesta fase que se desenvolvem pesquisa para a futura desativação da mina, dentre os quais critérios e considerações de projeto, alternativas de fechamento e estimativas de custos, seleção das alternativas de fechamento preferenciais, expectativas do uso futuro das terras, custos e cronogramas.

O sistema de gerenciamento ambiental promove o controle contínuo e sistemático das unidades da mina, onde serão analisados:

1. Monitoramento ambiental

- Do ar: medição da emissão de gases e particulados;
- Da água superficial e subterrânea: medição do pH, odor, turbidez, metais pesados, cianetos, arsênio, etc;
- Do solo: análise dos locais onde se verificam o carregamento e armazenamento de produtos químicos, além de óleos combustíveis e lubrificantes;
- Do clima: para melhor conhecer e acompanhar as condições meteorológicas e melhor orientar os trabalhos na mina.

2. Sistemas de disposição de estéril e rejeitos

- Escolha do local para a disposição – estudos geotécnicos, etc;
- Impermeabilização do local por meio de leito de areia com 10 a 15 cm de espessura e mantas de PVC com 0,8 a 1,2 mm para evitar a percolação de cianeto;
- Furos de sonda a jusante das pilhas de minério extinto e das bacias ou barragens de rejeitos, para a inspeção de água de sub-superfície, aliado a estes furos, poços de inspeção são também construídos na área para verificar possíveis vazamentos;

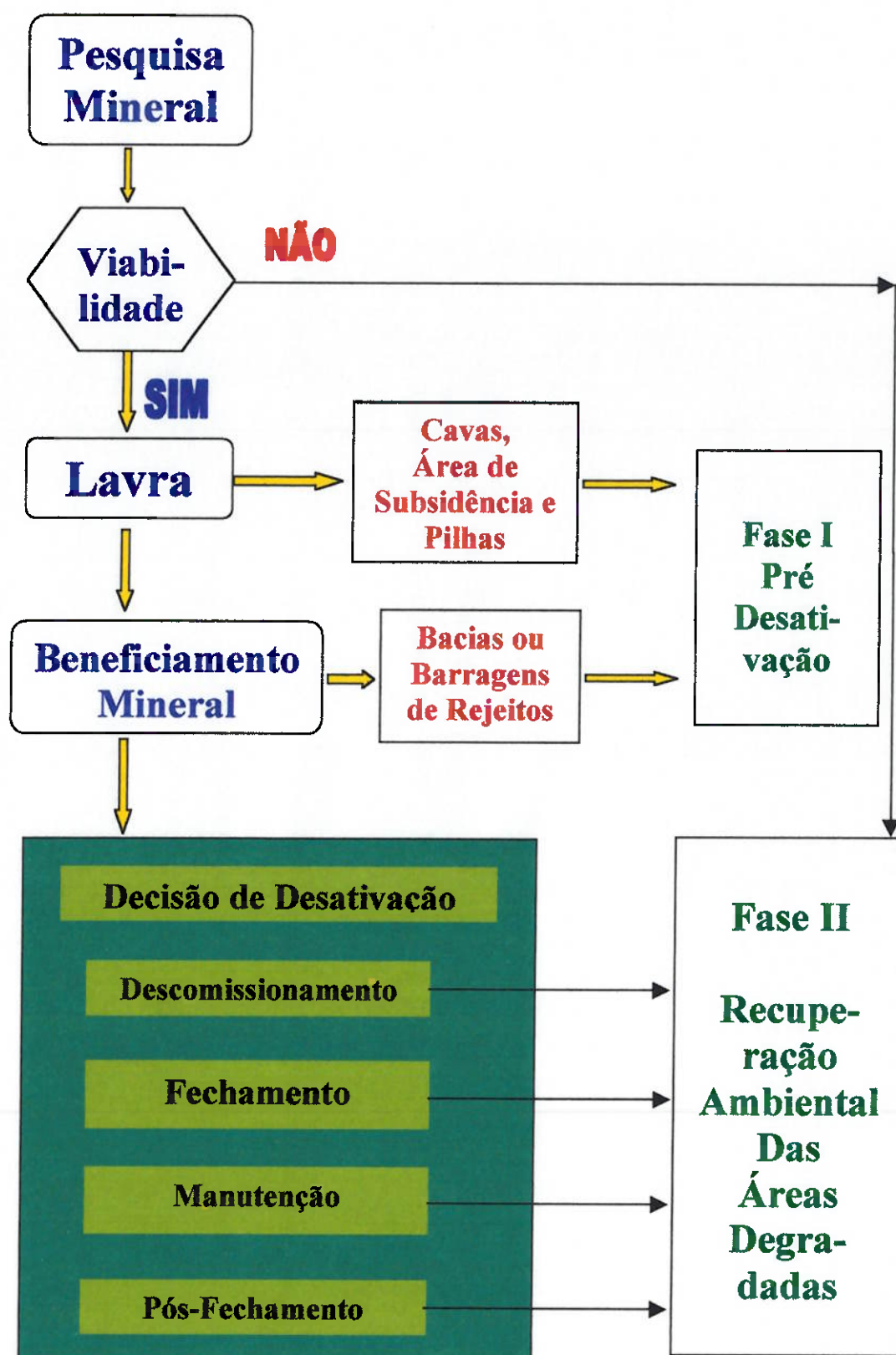


Figura 3 : Fluxograma das fases da mineração e desativação de mina (Oliveira Júnior,2001,p.40)

3. Neutralização de minério extinto lixiviado e efluentes líquidos. “Apesar de ocorrer a degradação natural do cianeto, em períodos de três meses, através da ação de raios solares (fotodecomposição), acidificação pelo gás carbônico contido na atmosfera, oxidação, diluição e ação biológica (bactérias, algas e fungos)”... (Negrão, 1996 apud Oliveira Júnior, 2001). Em pilhas de minério lixiviado extinto é necessária a neutralização através da adição de hipoclorito de sódio ou cálcio, só então estas pilhas podem ser dispostas em outro local. Bacias ou barragens de rejeitos têm esquema especial para a neutralização dos seus efluentes, através da construção de reservatórios de emergência para prevenir o extravasamento de efluentes em períodos de precipitações pluviométricas superiores a média da região. Neste reservatório, os efluentes excedentes são neutralizados com a adição de hipoclorito de sódio ou cálcio.

4. Tratamentos de efluentes oleosos oriundos da lavagem de veículos e equipamentos – são coletados em tambores ou em separadores de água e óleo (SAO), sendo o óleo vendido para ser reciclado.

5. Recuperação de áreas degradadas – esta recuperação dependerá da vida útil das frentes de lavra e das áreas de disposição de estéril e rejeitos da mina. Por experiência, geralmente nesta primeira fase, (fase I) são recuperadas as pilhas de estéril, de minério lixiviado e as cavas de pequeno porte. As demais áreas serão recuperadas na fase II, após a desativação da mina.

A adoção de medidas para um adequado gerenciamento ambiental de uma mina, citada acima, é condição essencial para garantir o sucesso da desativação.

A fase II é a de efetiva recuperação ambiental das áreas mineradas remanescentes (que não foram recuperadas na fase anterior) e preparação para o uso futuro da terra; é complementar à primeira e tem início após a decisão de desativação da mina. Esta fase compreende o descomissionamento, o fechamento, a manutenção e o pós-fechamento.

O descomissionamento é a fase transitória entre a paralisação completa das atividades mineiras, programadas com antecedência, e o início da implantação de atividades visando uma correta desativação. Dentre as atividades, estão a remoção de

infra-estruturas, a construção de componentes que facilitem a desativação e o desenvolvimento que vise uma melhor forma de utilização do solo. Todo este trabalho deve seguir um plano de desativação previamente definido.

Operações que compõem esta etapa:

- Suspensão da compra de insumos;
- Dispensa de parte da mão-de-obra;
- Paralisação das operações da lavra e beneficiamento;
- Seleção das áreas que serão monitoradas e por quanto tempo;
- Paralisação das pilhas de estéril e bacias ou barragens de rejeitos;
- Paralisação das pilhas de lixiviação;
- Paralisação das infra-estruturas;
- Definição de data para a obtenção de licenças e autorizações ambientais.

O fechamento é um processo de toda a vida da mina que tipicamente culmina no abandono do imóvel. Incluindo a recuperação, isto é, inclui a paralisação da planta de beneficiamento e sua demolição, demolição das construções civis, paralisação das bacias ou barragens de rejeitos, paralisação das pilhas de estéril e lixiviação, paralisação de infra-estrutura, seleção dos equipamentos que devem ser cuidados e mantidos, venda de equipamentos, eliminação dos excessos de soluções químicas do beneficiamento, remoção de materiais contaminados, fechamento das aberturas (túneis, poços verticais, trincheiras, etc.), gerenciamento dos sistemas de drenagens superficiais e subterrâneas, isolamento de cursos d'água contaminados, revegetação e início dos programas de monitoramento da superfície final e de águas subterrânea.

Operações que compõem esta etapa:

- Demolição das estruturas do beneficiamento e aproveitamento dos equipamentos;
- Demolição ou aproveitamento das obras civis;
- Venda de equipamentos e bens;

- Seleção de equipamentos e bens que precisam de manutenção (ativa ou passiva);
- Seleção dos locais que deverão ser monitorados e a duração do monitoramento;
- Remoção de materiais contaminados e reagentes não utilizados;
- Remoção e disposição de derivados de petróleo, produtos químicos, resíduos sólidos, resíduos tóxicos, solos contaminados e materiais diversos;
- Recuperação da lavra, pilhas de estéril, barragens ou bacias de rejeitos;
- Fechamentos das aberturas subterrâneas;
- Gerenciamento das águas superficiais de drenagens, águas subterrâneas e isolamento de cursos d'água contaminados;
- Complementação da recuperação progressiva.

Manutenção é a fase onde se desenvolve o monitoramento da recuperação, águas superficiais e subterrâneas, estabilidades química e física, qualidade do ar e estabilidades ambiental e biológica. Os resultados do monitoramento é que vão mostrar se os trabalhos de recuperação encontraram as condições e usos esperados.

A duração do monitoramento varia de acordo com o empreendimento, as minas de urânio da Rio Algom Limited próximas a cidade de Elliot Lake no Canadá, é prevista para durar de 20 a 100 anos, enquanto o monitoramento da mina de cobre de Island Copper, pertencente à BHP Minerals Canadá Ltd, em British Columbia também no Canadá é de 5 anos.

Operações que compõem esta etapa:

- Monitoramento das águas superficiais e subterrâneas, do solo, da qualidade do ar e condições geotécnicas;
- Manutenção passiva: monitoramentos ocasionais, manutenções esparsas de estrutura, etc;
- Manutenção ativa: operação e manutenção de planta de tratamento de água, programas de monitoramento para as estabilidades físicas, químicas, biológicas e qualidade do meio ambiente, desenvolvimento operacional de

um plano continuado de gerenciamento de estruturas, e revisão dos limites de manutenção para longo prazo;

Pós Fechamento e novo uso do solo (“Post closure and landuse”) são quando os objetivos e o uso final da terra tenham sido atingidos. Isto é, a área recuperada apresenta estabilidade física (sem processos erosivos intensos atuando e sem riscos excessivos de movimentação de terrenos), possa ser utilizada novamente; estabilidade química (não estejam sujeitas a reações químicas que possam gerar compostos nocivos à saúde humana ou aos ecossistemas, ex: ácidos provenientes de pilhas de estéril contendo sulfetos e cianetos). Além disso, dependendo do uso pós-mineração, adiciona-se o requisito de estabilidade biológica (áreas utilizadas para finalidades de conservação ambiental), Sánchez (1998) apud Oliveira Júnior (2001). Nesta etapa, nenhum monitoramento ou manutenção é exigido.

Chama-se atenção nesta etapa para as estruturas deixadas no local tais como barragens de água utilizadas nas operações da mina e as bacias e barragens de rejeitos. É preciso calcular para elas os períodos de recorrência das máximas chuvas.

Conforme Sánchez (1995) apud Oliveira Júnior (2001), para a determinação dos índices pluviométricos e sua utilização no dimensionamento de obras onde se deve controlar a drenagem, os climatologistas e hidrólogos desenvolveram métodos de cálculo das máximas chuvas prováveis para diversos intervalos de tempo, denominados período de retorno ou período de recorrência.

As principais variáveis nas estimativas das máximas chuvas são a distribuição desigual no espaço e no tempo, que pode causar variações anuais nas chuvas totais em função de fatores locais e a variação significativa das chuvas ao longo do tempo, isto ocorre de acordo com os meses do ano, variando de região para região.

Sanches (1995) apud Oliveira Júnior (2001) esclarece que o período de recorrência adotado é função do tipo de obra. Uma bacia de rejeitos em uma mina de vida útil limitada por chuva decamilenar é razoável utilizar valores de recorrência entre 10 e 100 anos, dependendo do tipo de estrutura, seu porte e dos riscos ambientais a jusante. Já para vertedouros de barragens de rejeitos, o período de recorrência deve ser maior uma vez que os acidentes são mais graves. O período de

recorrência recomendado para estas estruturas deve estar situado entre 1.000 a 10.000 anos, aliado a integridade das estruturas após a sua desativação.

5.6 Objetos da desativação de mina

São objetos da desativação as áreas de operações de lavra subterrânea e a céu aberto; áreas de disposição de resíduos, pilhas de estéril e capeamento; bacias ou barragens de rejeitos; sistemas de gerenciamento e tratamento de água; planta de beneficiamento e tratamento de minérios; construções e equipamentos e serviços de infra-estrutura. Neste item serão discutidos estes assuntos sob a perspectiva da desativação de mina.

Escavações subterrâneas

Os principais problemas ambientais encontrados quando da desativação de uma escavação subterrânea são as liberações de água contaminadas dentro do regime hidrológico natural, as liberações de gás metano para a atmosfera e a superfície de subsidência.

As escavações subterrâneas, por estarem abaixo da linha de água natural, necessitam de bombeamento constante durante a sua operação. Depois de cessada a operação, as suas galerias são inundadas, e ambas fontes de água superficial e subterrânea, podem eventualmente ser descarregadas na superfície. Esta água, por ter estado em contato com o minério, frequentemente ácido, pode conter elevados níveis de metais pesados e sólidos em suspensão. O tratamento desta água pode ser realizado com a adição de cal para diminuir o pH e os sólidos são separados.

O gás metano é comumente encontrado em minas de carvão durante as operações mineiras e previamente liberado para a atmosfera. Como atualmente esta prática é inaceitável, hoje coletores podem ser instalados nas aberturas da mina e o gás é utilizado na geração de energia.

A lavra subterrânea geralmente requer um complexo sistema de acesso, escavação de alargamentos e galerias de acesso para recuperar o minério, tendo cada uma diferentes níveis e estabilidade. As mais amplas podem ser cheias ou abatidas.

As principais categorias em que estão inseridas as minas subterrâneas são:

- Abatimento imediato – o abatimento é realizado juntamente com a extração do minério;
- Abatimento posterior – a extração do minério ocorre sem enchimento posterior e o abatimento ocorre algum tempo após a extração do minério;
- Alargamento mantido aberto com pilares - pilares são deixados para a manutenção da estabilidade enquanto o minério é extraído, colapso e abatimento da superfície podem ocorrer no futuro;
- Enchimento do alargamento – os alargamentos deixados pela extração do minério são cheios com materiais os quais podem ser cimentados; esta técnica reduz a o potencial de perturbação na superfície.

O tamanho e a complexidade das escavações subterrâneas, os tipos de operações que tenham sido produzidas e a geometria do corpo de minério, todas contribuem para potenciais impactos de longa duração.

Especial atenção deve ser dada na desativação se as minas onde os métodos de lavra empregados utilizam pilares de sustentação. Uma vez cessada a lavra, os pilares serão avaliados para uma sustentação de longa duração. Esta avaliação é necessária para se selecionar a melhor medida a ser aplicada, após o fechamento que seja compatível com o uso futuro da terra por longos períodos. O uso irrestrito da superfície pode ocorrer em áreas onde existem pilares seguros. Em locais onde os pilares estão instáveis, pode haver a necessidade de desmontá-los, provocando uma subsidência controlada ou então se enche os vazios para evitar a subsidência.

Em casos que a subsidência é incontrolável, deve-se deixar a superfície do local livre de estradas, cidades, lagos, etc., para em seguida recuperar a área afetada. Caso existam na superfície os itens citados acima, se faz necessário o enchimento dos vazios subterrâneos com estéril e/ou cimento.

Os principais componentes que devem ser incluídos no fechamento são: áditos, túneis, poços verticais e inclinados, rampas de acesso à mina, chaminés, alargamentos abertos e pilares de mina, selar os acessos, etc.

Escavações a céu aberto (cavas)

As cavas na mineração, por sua natureza, apresentam vazios que podem causar danos às pessoas e animais e resultar em descargas de água contaminada, quando escavadas abaixo do nível de água, causando mudanças no padrão do fluxo de água subterrânea e de drenagem superficial. Algumas cavas têm ligações com trabalhos subterrâneos. Após a lavra, muitas cavas são cheias parcial ou totalmente com água.

Os distúrbios causados à superfície podem ser minimizados através de um planejamento na pré-produção que pode incluir considerações sobre a elevação do nível d'água e reconformação apropriada dos taludes acima dele.

A geometria da cava é única e depende do teor do minério, da resistência das rochas e topografia e do nível do lençol freático. Todas estas características são relevantes e irão ditar a configuração final da cava e o seu uso futuro.

Em cavas de pequeno porte é comum o seu enchimento com rocha estéril. Nas cavas de grande porte esta recuperação torna-se muito dispendiosa, sendo comum o seu enchimento com água, desde que o mineral exposto não seja o sulfeto, pois este pode causar drenagem ácida.

Em regiões muito áridas e em casos que o minério seja benigno, é comum a permanência da cava mesmo sem atingir o nível do lençol freático, sem enchimento para servir de depósito de acumulação de água. Fica claro que esta água deve ser monitorada e, se necessário, tratada para consumo humano.

Para assegurar que as cavas não trarão perigos à segurança, as superfícies instáveis deverão ser reconformadas, preferencialmente durante as operações, e deverão facilitar os acesso e saídas da base da cava. As cercas são uma solução de curta duração, a menos que a empresa se responsabilize pela manutenção destas após a sua retirada da área.

Disposição de estéril e pilhas de minério lixiviados

Com a necessidade de expor as camadas de minério, faz-se necessária a retirada de materiais não aproveitados economicamente (estéril) ou então de minerais que já foram aproveitados economicamente (minérios lixiviados) e precisam ser

dispostos em algum lugar. Esta disposição resulta em estéril, freqüentemente disforme e com feições instáveis.

Estes materiais são dispostos em pilhas geralmente localizadas próximas à escavação (cavas), sem dificultar a futura lavra. Em alguns locais, o minério é colocado em pilhas e lixiviado, deixando nestes locais pilhas de minério lixiviado ou de baixo teor para serem recuperadas futuramente.

As pilhas de estéril incluem todos os materiais rochosos escavados, minérios de baixo teor que não são processados economicamente e pilhas de minérios lixiviados. Pilhas de decapeamento incluem todos os solos e camadas orgânicas escavadas.

As geometrias das pilhas de rocha estéril e do capeamento são dependentes primariamente do método de construção e da topografia local. As pilhas podem ser construídas em camadas compactadas, resultando em configurações em camadas planas, ou descarregadas em ponta de aterro, resultando em um simples e contínuo talude da crista ao pé.

As pilhas, quando dispostas em camadas ascendentes, são mais seguras uma vez que a inclinação dos taludes é mais suave geralmente em torno de 260 (3H: 1V), as alturas das camadas são menores, variando de 10 m a 12 m e entre uma camada e outra existem bermas de segurança. Por outro lado, quando o estéril é disposto em ponta de aterro, as rochas dispostas formarão um talude único e o ângulo será o de repouso do material. Este tipo de disposição apresenta grandes alturas de bancada com grandes inclinações, com isto, apesar da disposição ser mais rápida, é mais instável.

As pilhas produzem uma grande quantidade de contaminantes, como drenagem ácida e metais pesados, sólidos em suspensão e particulados, no caso da operação de pilhas de minério lixiviado, são produzidos resíduos de processos químicos. “Por esta razão é essencial um planejamento cuidadoso da configuração da pilha de estéril com drenagem adequada, com a superfície em curva de nível ou impermeabilizada para minimizar a penetração da água e a disposição do material na formação de material ácido impermeabilizado pela capacidade de tamponamento do estéril inativo”. (Sassoon, 2000, apud Oliveira Júnior, 2001).

Outro problema é a drenagem ácida, devido ao estéril sulfídrico reativo, quando em contato com o ar e água, oxida-se, produzindo uma solução ácida que percola através da pilha e dissolve qualquer metal pesado disponível. Esta corrente contaminada, então, flui até a drenagem natural. Para mitigar este problema, podemos isolar o ácido produzido na pilha com material inerte, produzindo material não ácido. Outra maneira é cobrir a pilha com uma camada de argila e compactá-la para prevenir a penetração de água. Se necessário qualquer descarga de água da pilha deve ser tratada por uma planta de tratamento ou “wetland”.

A recuperação da pilha envolve também medidas para reduzir a erosão superficial de água e particulados, impacto visual, controle da drenagem natural para fora da pilha, recontorno da superfície, suavização dos taludes e colocação de solo visando a revegetação.

Barragens ou bacias de rejeitos

Os rejeitos de mineração são resíduos resultantes depois que se extraem todos os minerais econômicos recuperáveis. São materiais com tamanhos variando desde areia a lamas que geralmente se dispõem com água ou polpa. Depois de processados, são dispostos em áreas construídas com o objetivo de proteger o meio ambiente dos impactos físico-químicos dos rejeitos. Geralmente os rejeitos são dispostos em depósitos que aproveitam a topografia natural dos terrenos em uma barragem ou bacia, cujo objetivo é controlar a disposição dos rejeitos.

As estruturas das barragens para a contenção de rejeitos são freqüentemente construídas com rocha, enchimento de terra ou com os próprios rejeitos que são descarregados em forma de praias ao longo das suas paredes. O excesso de água é decantado e descarregado no ambiente ou reciclado para a planta de beneficiamento. A drenagem é direcionada para fora do reservatório. Os rejeitos contidos no reservatório devem ser projetados para serem estáveis física e quimicamente após a desativação da barragem.

Bacias de rejeitos são consideradas um local onde são dispostos os rejeitos provenientes do beneficiamento, durante a vida útil da mina e após a sua desativação; a água acumulada nestas bacias foi evaporada, sendo que, antes desta evaporação os componentes químicos tenham sido neutralizados. Estas, quando em atividade,

contém mantas impermeáveis no seu leito para impedir a percolação do seu conteúdo para o solo e subsolo, no caso de conter cianeto proveniente da lixiviação do ouro, estas mantas devem permanecer.

A determinação do local e tipo de confinamento do rejeito, para um determinado projeto, depende de alguns fatores os quais incluem:

- Topografia;
- Riscos naturais;
- Volume a ser contido;
- Balaço de água;
- Economia.

Os rejeitos, quando drenados, independente do tipo de reservatório (bacia ou barragens), têm potencial para produzir grandes quantidades de particulados os quais podem conter resíduos de metais pesados. A superfície do rejeito deve ser disposta em curvas de nível para controlar a drenagem e minimizar a penetração no solo, em seguida coberta com solo e revegetada. A parede da barragem deve ser reconfigurada para atenuar a erosão e particulados e reduzir o risco de ruptura, em seguida revegetada.

Sistema de gerenciamento e tratamento de água

A água é um componente que integra todas as operações mineiras. A construção, operação e a desativação de uma mina quase sempre causam mudanças nas águas subterrâneas e de superfície.

O gerenciamento de águas aplica técnicas que asseguram que as águas que ocorrem e estão no entorno do sítio sejam controladas para beneficiar as operações de mina e o ambiente ao redor. Isto inclui a estocagem, condução, tratamento da água do processo e doméstica e o desvio do curso, descarga e tratamento do excesso de água. O gerenciamento das instalações na área da mina inclui: barragens, vertedouros, estrutura de captação de água, diques de desvio de água, bueiros, tubulações, casas de bombas para água limpa, contaminada, plantas de tratamento de água, bacias de sedimentação e sistemas de desaguamento.

O gerenciamento de águas de uma mina invariavelmente mudará o regime hídrico natural da área. Em alguns casos terá méritos em retornar o regime de águas da superfície à situação de pré-mineração.

Os problemas associados ao sistema de gerenciamento e tratamento de água incluem a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, descargas sem controle sob eventos de inundação, acesso ilegal, impactos na saúde e segurança do homem, e impactos na fauna e animais domésticos.

O controle das drenagens naturais e artificiais que circulam na mina visa minimizar a poluição. É necessário prever e gerenciar os impactos das operações de mina até a sua desativação, nas águas naturais, para isto é preciso conhecer e entender o regime climatológico e hidrológico da região.

O sistema de tratamento físico e químico da água tem sido desenvolvido para priorizar o aumento da qualidade da água na descarga e no recebimento pelo ambiente ou na reciclagem para re-utilização no tratamento mineral. Alguns contaminantes que podem ser encontrados e devem ser monitorados na água incluem:

- Cianetos e outros reagentes da planta de beneficiamento;
- Sólidos em suspensão (partículas finas);
- Contaminantes de lixiviação ou drenagem ácida pela oxidação de sulfetos;
- Agentes de detonação;
- Amônia;
- Metais.

Elevadas quantidades de metais dissolvidos na água, nutrientes ou reagentes tóxicos, tais como cianetos, podem ser tóxicas à vida aquática ou contaminar as fontes de águas potáveis. Altas cargas de sólidos em suspensão podem assorear camadas do rio, afetar a desova dos peixes ou interferir no funcionamento das brânquias dos mesmos.

Os processos de tratamento de água implantados durante a operação da mina podem ser continuados durante a desativação até a qualidade da água atender aos objetivos desejados. Um projeto que requer um tratamento de água em longo prazo depois da desativação, não pode ser considerado desativado.

Obras civis e equipamentos

Nesta seção incluem-se todas as construções (alojamento, escritórios, laboratório de ensaios, portaria, refeitórios, etc.), toda a estrutura da usina de beneficiamento e equipamentos, estruturas associadas e equipamento da superfície e subterrâneos. São incluídos também: serviços de compras, almoxarifados, oficinas para equipamentos diversos, usina geradora de energia, fabricação e armazenagem de explosivos, locais de armazenagem de produtos químicos e de minério, guias, guinchos e equipamentos de poço, transportadores e equipamentos móveis.

A depender da necessidade, as construções podem ser deixadas no local para utilização de terceiros, ou então podem ser desmontadas e o local reconformado. Conforme a localização do empreendimento e de sua utilização na fase anterior à mineração, o local pode ser revegetado.

Os equipamentos, tanto de lavra como da usina de beneficiamento, podem ser vendidos ou transferidos para outra unidade da empresa.

Especial atenção deve ser dada aos produtos químicos que são usados no processamento mineral, sistema de água e em atividades de suporte à mineração. Os produtos devem ser identificados e armazenados em locais seguros no período que antecede a sua utilização. Esta prática evitará acidentes com estes produtos. Na desativação da mina, os produtos químicos excedentes podem ser levados para outras unidades, devolvidos aos fabricantes ou então neutralizados e dispostos em locais adequados.

Áreas de infra-estrutura

Incluem as instalações que fornecem suporte para as atividades da mina. Isto inclui: estradas, ferrovias, pistas de aviação, linhas de transmissão, torres de comunicação, tubulação de suprimento de água, etc.

A infra-estrutura necessária à mineração depende do local onde a jazida está. Se estiver em áreas inóspitas, uma boa parte da infra-estrutura deverá ser realizada pela empresa ou pelo governo. Depois da desativação, estas instalações podem servir para o crescimento da região, dando-lhe uma outra vocação; caso contrário, devem ser desativadas e a área recuperada.

Se a mineração estiver em áreas com alguma infra-estrutura existente, obviamente que pode ser melhorada, e todas as instalações podem ser utilizadas durante a vida da mina e após a desativação.

5.7 Estratégias para a desativação de mina

Dentre as estratégias adotadas pelas mineradoras e demais empresas, visando a desativação de minas, têm especial atenção, as estratégias corretivas, preventivas e proativas Sánchez (2001) apud Oliveira Júnior (2001). Destas, há alguns anos, a mais utilizada era a corretiva, pois não havia uma intensa política de preservação do meio ambiente. A recuperação ou reabilitação só se realizava por intervenção dos órgãos ambientais.

Com o passar dos anos e a atuação mais intensa da comunidade e órgãos ambientais, os empreendedores passaram a adotar estratégias preventivas em suas empresas. Algumas delas, principalmente as de maior porte, já começam a adotar estratégias proativas, conscientes de que a atividade mineira, como qualquer outra, é transitória e deve-se minimizar ou eliminar os principais passivos ambientais, ainda na fase produtiva da mina, vindo a deixar para o final da sua vida útil uma menor quantidade de ações de recuperação ambiental.

Estratégia Preventiva

É uma ação que visa à eliminação do passivo ambiental quando da desativação das operações ou término da obra, evitando, assim, que problemas como contaminação de solos e aquíferos prejudiquem o meio ambiente. Estão incluídas nestas muitas operações mineiras desenvolvidas atualmente.

Estratégia Proativa

Esta estratégia consegue ir além das anteriores, quando consideram as atividades mineiras transitórias e adotam medidas que evitam a acumulação de passivos ambientais ao longo da sua vida útil. Estas medidas são adotadas conjuntamente com operações de construção, visando a proteção, controle e preservação do meio ambiente.

5.8 Plano de desativação de uma mina

“Planejar implica conhecer”. “Qualquer planejamento será de tão melhor qualidade quanto melhor a qualidade das informações e do conhecimento que se tenha acerca dos parâmetros necessários ao estabelecimento de qualquer programa” (Silva, 2000 apud Oliveira Júnior, 2001). Quanto mais cedo forem preparados os planos de desativação de uma mina, mais tempo se tem para conhecer todos os parâmetros necessários ao emprego de um programa de desativação de qualidade.

O Plano de Desativação deve ser iniciado junto com a abertura da mina (exploração, viabilidade e estágio de projeto), isto é, o seu primeiro esboço pode ser preparado, visando identificar os objetivos da desativação e estabelecer a base da previsão financeira. Esta etapa é denominada por alguns autores, dentre eles Knoll (1998) apud Oliveira Júnior (2001), de Plano Conceitual. Na fase posterior de construção e estágios operacionais da mina, o plano esboçado anteriormente toma uma forma mais acabada e pode sofrer alguns aperfeiçoamentos visando corrigir o rumo definido na etapa anterior. Uma vez corrigidas as metas traçadas anteriormente, o plano pode ser posto em marcha. Para isto, ele tem que ter roteiros bastante claros, fazer uma provisão financeira, estabelecer o engajamento dos chefes e financiadores até a desativação total da mina. Todo planejamento seja ele, conceitual ou não, deve ser atualizado periodicamente, não só para se reavaliar as medidas a serem adotadas na recuperação, mas também para reajustar o aporte de verbas necessárias à execução do plano.

Alguns autores, Mudder & Harvey (1998) apud Oliveira Júnior (2001) defendem a atualização do plano de desativação anualmente. “Os planos de fechamento devem ser revistos pelo menos a cada cinco anos, se não anualmente, considerando-se as modificações tecnológicas, ambientais e sociais ocorridas no período”. (Brandt, 1998 apud Oliveira Júnior, 2001). A atualização dos planos é consensual, o período para a revisão causa divergência, portanto a revisão de um plano deve ser realizada, de acordo com a vida útil da mina, isto é, quanto maior a vida útil, mais modificações tecnológicas, ambientais e sociais a mina estará sujeita e mais frequentemente às reavaliações. Para todas as minas sugere-se a preparação de um plano conceitual junto com o plano de lavra. A sua primeira atualização deve

ocorrer depois do início da suas operações quando estas estiveram à plena carga; neste momento, já se tem um ritmo de produção real e, com certeza, pode ser reavaliada a sua vida útil de acordo com a produção real, além disso, já podem ser previstas as futuras áreas sujeitas à recuperação. A partir deste ponto, a atualização pode variar de quinquenal ou de acordo com a renovação da licença de operação, que varia de acordo com cada estado, entre três a cinco anos. A avaliação anual só deve ser realizada se fatores externos (pressão social da população, riscos ambientais, ou alteração tecnológica) influenciarem o andamento da mina.

Para que um plano de desativação de mina tenha êxito é necessário o envolvimento de todos os interessados no empreendimento mineiro desde o início da mina, isto é, a empresa representada por diretores e funcionários; o órgão ambiental representando o Estado; a comunidade, representada pela sua associação de moradores; e demais interessados estes podem ser Organizações Não Governamentais (ONG), ambientalistas e cidadãos comuns. Todos estes participantes tem como finalidade discutir a ampla desativação da mina (“comprehensive mine closure”), que pela postura de Clark, Naito e Clark (2000) apud Oliveira Júnior (2001) é essencial para se encontrar o desenvolvimento sustentável e necessário para que todos os interessados citados acima iniciem um diálogo na fase anterior ao desenvolvimento da mina e este diálogo seja mantido, com ações positivas, ao longo da vida da mina e após a sua desativação.

Um Plano de Desativação de Mina pode ser definido como um conjunto de ações preparadas na fase anterior às operações mineiras (fase de desenvolvimento), reavaliado periodicamente durante a vida útil da mina, visando encontrar o desenvolvimento sustentável após sua desativação com a participação de todos os interessados (empresa, governo, comunidade e demais cidadãos).

5.8.1 Objetivos de um plano de desativação

O objetivo mais amplo de um plano de desativação segundo Lima & Wathern, (1999), Mchaina (2000) e Sassoon (2000) apud Oliveira Júnior (2001) é assegurar que a desativação e recuperação de um sítio satisfaçam os seguintes requisitos:

- Permitir um uso produtivo e sustentável do local degradado após a mineração e que seja aceitável por todos os envolvidos (comunidade, empresa e órgão ambiental);
- Proteger a saúde e a segurança públicas;
- Diminuir ou eliminar danos ambientais e, como resultado, encorajar a sustentabilidade do ambiente;
- Minimizar os impactos sócio-econômicos adversos (desemprego, etc.)
- Maximizar os benefícios sócio-econômicos.

Brandt (1998) apud Oliveira Júnior (2001) complementa estes objetivos com a inserção de alguns pontos, tais como:

- Identificar os possíveis usos futuros para a área ocupada pelo empreendimento;
- Garantir a conveniente descontaminação da área e a estabilização física e química a fim de evitar efeitos negativos de longa duração;
- Garantir a inserção da área depois de “ecologicamente estabilizada” no contexto regional após a desativação;
- Desenvolver alternativas tecnológicas e de procedimentos para a desativação da mina a partir de usos futuros determinados;
- Avaliar os impactos, riscos e problemas de cada alternativa;
- Avaliar financeiramente cada alternativa proposta através de um balanço de despesa e receita;
- Permitir o provisionamento de recursos que serão necessários quando do descomissionamento da mina;
- Estabelecer programas para o fechamento.

Quando se trata do planejamento da desativação Noronha & Warhurst (1999) apud Oliveira Júnior (2001) citam que o objetivo principal deste planejamento é a redução da extensão dos danos ambientais e do lapso de tempo entre a ocorrência do dano e a recuperação. Isto significa que um plano de desativação deve integrar o ciclo de vida da mina e o gerenciamento ambiental, isto inclui:

- Reduzir a geração de estéril e encorajar a reciclagem;

- Utilizar a energia de forma eficiente, sem desperdício;
- Usar produtos químicos de forma eficiente e minimizar qualquer dano relacionado com o seu suprimento, estocagem, uso e disposição;
- Estabilizar os resíduos para reduzir o potencial de drenagem ácida ou contaminação da água desde o início;
- Dispor e conter estéreis para alcançar descarga zero ao longo do tempo;
- Recuperar e revegetar progressivamente;
- Assegurar o uso da terra viável para a região após a mineração;
- Assegurar que não haja impactos ambientais prejudiciais à saúde da comunidade local;
- Assegurar que as comunidades locais não se tornem empobrecidas como resultado desta atividade ou no fim da vida da mina;
- Distribuir os custos de recuperação durante a vida da mina;

Em muitas regiões do Brasil, a abertura de um empreendimento mineiro é uma fonte de emprego direto onde ela se instala e um apoio para a economia local e fonte de emprego indireto. Em muitos casos, a empresa assume o poder de governo construindo infra-estrutura e melhorando serviços que competem ao governo. “Quando a mina é desativada sem um cuidadoso planejamento, pode causar danos à comunidade local que de repente se vê desprovida de seu maior apoio financeiro e sem ninguém para ocupar o seu lugar”. (Sassoon, 2000 apud Oliveira Júnior, 2001). Este tipo de acontecimento é muito comum, principalmente com garimpeiros, onde cidades tornaram-se fantasmas após o fechamento da mina por exaustão das jazidas.

Considerações podem ser feitas com os problemas sócio-econômicos que ocorrem com os principais envolvidos, os empregados da mina e a comunidade situada no entorno da mina. Sassoon (2000) apud Oliveira Júnior (2001) identifica os principais objetivos e controles que devem desenvolvidos com os envolvidos.

Envolvidos	Objetivos	Controle
Empregados	• Recolocação em outro emprego;	• Apoio para a procura de um novo emprego;

	• Relocação dos empregados.	• Apoio financeiro; • Recomendações.
Comunidade Local	• Estabilidade econômica; • Bem estar social; • Melhora do nível educacional da comunidade.	• Plano de desenvolvimento regional; • Desenvolver localmente empresas auto-sustentáveis; • Estabelecer recursos ou depositar créditos para os serviços essenciais; • Relocação de migrantes.

Tabela 2 Objetivos e controle que devem ser previstos para os empregados e a comunidade local na desativação de uma mina.

Se houver falhas no envolvimento da comunidade no programa de desativação de uma mina, pode resultar nas seguintes adversidades Laurence (2001) apud Oliveira Júnior (2001):

- Gasto desnecessário de tempo com a desativação por parte de gerentes e empregados;
- Podem causar desequilíbrios sociais como o alcoolismo e o aumento da criminalidade;
- Queda sensível no comércio local;
- Queda dos valores reais de patrimônios, tais como casas, terrenos, etc.
- Pode causar o esvaziamento das comunidades locais “cidades-fantasma”;
- A impropriedade ou a falta da recuperação de áreas degradadas pode criar problemas em longo prazo;
- Imagem negativa do grupo ou de suas coligadas.

O plano de desativação pode ser implementado de duas maneiras, próximo ao fim do empreendimento, comum no Brasil, e utilizando-se de uma estratégia preventiva. Ou então implementado no início da vida da mina, sendo a estratégia, neste caso, proativa. Algumas empresas brasileiras já começam a fazer adaptações

com uma mistura das duas estratégias. Estas empresas apresentam o seguinte perfil: estão em atividade, têm vida útil prevista em torno de 10 anos ou mais, já tiveram áreas desativadas completamente e perceberam o quanto é difícil recuperar as áreas sem uma dotação orçamentária prevista para isso e querem se preparar para não passar pelas mesmas dificuldades futuramente, quando desativarem a mina em atividade.

5.8.2 Plano de desativação elaborado após a desativação da mina

A figura 4, a seguir, mostra um fluxograma da estratégia preventiva de desativação de mina.

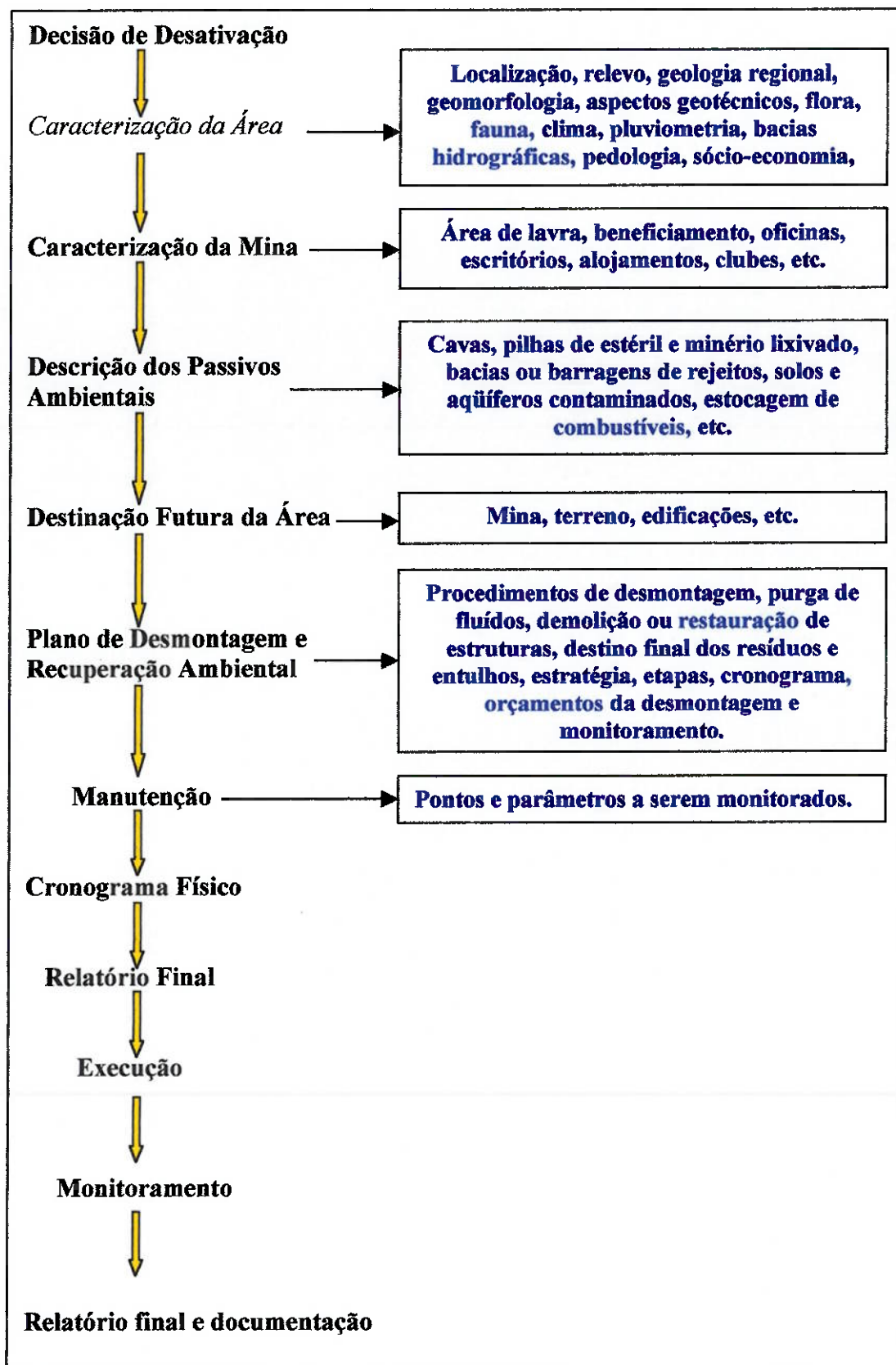


Figura 4 Fluxograma de estratégia preventiva de desativação de um empreendimento mineiro. Oliveira Júnior, 2001

Decisão de desativação

Esta decisão é tomada devido a fatores que levaram à exaustão da jazida, flutuação do preço do metal no mercado internacional, falta de investimentos em pesquisa mineral e fatores de ordem ambiental. Na prática, esta decisão é tomada poucos meses antes da desativação da mina e, nesse período, são preparadas as ações que devem ser iniciadas para recuperar a área degradada.

Caracterização da área

A caracterização geral da área é a individualização dos aspectos que a compõem e está relacionada com a sua situação atual de como se encontra o sítio nos seus aspectos geográfico, geomorfológico, relevo, geologia regional e local, aspectos geotécnicos da área, flora, fauna, clima, bacia hidrográfica, pluviometria, pedologia e sócio-economia da região.

Descrição da mina

Esta parte descreve a história do sítio e as operações que afetaram a abrangência e interesses da área a ser reabilitada. O nível de detalhe requerido dependerá da relativa importância de cada característica das atividades de reabilitação.

Histórico do local através de;

- Proprietários do terreno;
- Atividades anteriores à descoberta e exploração;
- Duração da atividade de exploração;

Caracterização da mina

Atividades mineiras: Quantidade de minério extraída anualmente, extensão da área degradada; céu aberto, número de cavas, altura de bancadas, taludes, estabilidade da cava e acessos de proteção; área de cada uma, profundidade; mina

subterrânea, método de lavra utilizado, localização de todas as aberturas para a superfície, incluindo pilares subterrâneos e zonas potenciais de subsidência.

Pilhas de estéril, minério lixiviado e concentrado: Descrição detalhada da localização, quantidade, altura, inclinação, drenagem, estabilidade das pilhas, etc.

Tratamento de minério: Descrição do processo de beneficiamento, fluxograma do processo, listagem de reagentes, balanço de água do tratamento, características do processo de descarga de rejeitos e qualidade da água dos rejeitos.

Disposição de resíduos sólidos: Listagem dos estéreis sólidos dispostos, localização da disposição, método de disposição, etc.

Disposição de rejeitos: Tipo de disposição, barragem ou bacia de rejeitos, área da disposição, pH, concentração de sólidos, reagentes, etc.

Tratamento das águas utilizadas na mina: Descrição da localização dos equipamentos de tratamento de água, tais como, estruturas de controle de sedimentos, zonas de mistura, etc.

Armazenagem de produtos químicos e óleos combustíveis: Inventário e detalhes de todos os locais de estocagem de produtos de petróleo, compostos químicos prejudiciais e materiais tóxicos.

Construções civis e infra-estrutura: Tipo, localização, área de cada estrutura e instalações.

Descrição detalhada de todos os passivos ambientais existentes

Descrição de todas as áreas que compõem o passivo ambiental e não foram recuperadas anteriormente e são passíveis de recuperação. Em geral, cavas, secas ou inundadas, pilhas de estéril e minério lixiviado, barragens ou bacias de rejeitos, solos e águas contaminadas, aquíferos, estocagem de combustíveis, infra-estrutura, obras civis etc.

Destinação futura da área a ser recuperada

Para a mina, pode-se pensar na reabilitação em condições similares às anteriores (conservação, recreativo, agrícola/florestal, urbano, etc.), restauração com

a conservação do patrimônio industrial para fins turísticos ou educativos ou restaurar para estabilidade do meio ambiente.

Plano de desmontagem e recuperação ambiental

Elaboração das alternativas de desmontagem da mina, instalação e recuperação ambiental. Procedimentos adotados:

- Desmontagem dos sistemas elétricos e hidráulicos;
- Desmontagens de instalações e sistemas mecânicos;
- Purgas de fluídos e remoção de resíduos sólidos;
- Desmontagem e demolição de edifícios;
- Remoção de fundações e tanque enterrados;
- Preenchimento de escavações;
- Aterro, nivelamento e terraplanagem;
- Triagem de resíduos e entulhos;
- Descontaminação de substâncias tóxicas no solo e nas águas;
- Estratégias de recuperação e reabilitação mais adequada;
- Etapas que compõem as estratégias;
- Cronograma de execução destas etapas;
- Custos envolvidos na recuperação e reabilitação.

Cronograma físico e financeiro

São previsões de início e término dos trabalhos com suas etapas e respectivos custos para cada uma delas. É nesta fase, que se tem uma idéia dos principais ações que serão implementadas para a recuperação ambiental do sítio degradado e os custos envolvidos para eliminação ou diminuição do passivo ambiental existente.

Relatório das atividades a serem desenvolvidas

É um relatório apresentado para avaliação, ao órgão ambiental e demonstra a intenção do empreendedor de recuperar a área degradada e como ela será recuperada.

O órgão ambiental avalia o relatório, podendo aprovar ou não com exigências a serem cumpridas para a aprovação.

Execução dos trabalhos

Após o relatório aprovado, com ou sem exigências, as obras são executadas de acordo com o relatório. Esta execução pode ser feita pela empresa ou por terceiros. Ficando claro que o responsável legal pela recuperação é a empresa que degradou a área.

Monitoramento

Nesta etapa, devemos levar em consideração os principais pontos críticos na operação da mina e que já são monitorados. A partir destes pontos críticos, serão determinados novos pontos a serem monitorados, os parâmetros de monitoramento e o período de tempo que deve ser monitorado após o fechamento do empreendimento. Nesta etapa, também podem ser desenvolvidas as manutenções da área, se necessário. Estas podem ser ativas, quando envolvem operações ou manutenção de planta de tratamento de água, programas de monitoramento para as estabilidades físicas, químicas, biológicas e qualidade do meio ambiente; ou passivas através de monitoramentos ocasionais, esparsas manutenções de estrutura, etc.

5.8.3 Plano de desativação elaborado no início do empreendimento mineiro

Este plano emprega uma estratégia pró-ativa, é preparado com antecedência e, em muitos casos, no início da vida útil da mina. Brandt (1998) apud Oliveira Júnior (2001) define algumas metodologias para a preparação de um plano de desativação, tais como:

- Definição das áreas diretamente afetadas e as áreas de influência direta ou indiretamente afetada;
- Avaliação da modificação do uso e da ocupação do solo na área diretamente afetada;

- Avaliação dos impactos da desativação sobre o meio físico, ar (qualidade futura) e água;
- Avaliação do impacto da desativação sobre a biota;
- Avaliação de impactos sócio-econômicos da desativação com a relação do empreendimento direta ou indiretamente na renda e no emprego do município e da região;
- Avaliação de longo prazo do potencial poluidor dos diversos resíduos do empreendimento (estéril, rejeito, etc.);
- Proposição de alternativas tecnológicas e de procedimentos para usos futuros predeterminados;
- Consolidação da análise dos impactos, riscos e resultados das alternativas tecnológicas e de procedimentos propostos;
- Análise econômica preliminar das alternativas de desativação, considerando os itens geradores de despesa e receita, desenvolvendo simulações econômicas para isto.

Para a implementação do plano, faz-se necessário um programa a ser cumprido durante a vida da mina. Este programa pode variar de acordo com a realidade de cada mina. Brandt (1998) apud Oliveira Júnior (2001), indica alguns programas que podem ser seguidos, visando a consolidação do plano de desativação. São eles:

- Programa de preparação do empregado, incluindo treinamento para outros ofícios e criação de pequenas empresas;
- Programa de diversificação econômica do município, quando a mina é a maior fonte de renda deste, incentivando a criação de novas alternativas de geração de emprego e renda;
- Programa de desmontagem de estruturas e obras civis;
- Programa de descontaminação e neutralização de áreas contaminadas (geração de drenagem ácida, neutralização do cianeto, etc.);
- Programas de aproveitamento das infra-estruturas deixadas pela mina se for uma alternativa viável;
- Programa de comunicação social durante a desativação da mina;

- Programa de gerenciamento de águas após a desativação, devido às alterações hidrológicas geradas pela mina;
- Programa de recuperação de áreas degradadas conforme o uso futuro determinado;
- Programa de manutenção dos sistemas de controle implementados no fechamento e nas áreas de reabilitação;
- Programa de monitoramento dos parâmetros ambientais (água, ar, solo etc.) ou parâmetros ecológicos em áreas reabilitadas.

Condições atuais do ambiente

O plano de desativação deve conter a descrição do sítio do projeto e as áreas que serão afetadas pela mina. O nível de detalhes refletirá as condições específicas do sítio. Para muitos locais existentes, a descrição das condições atuais compreenderá uma avaliação do impacto ambiental resultante das operações mineiras no local e nas áreas próximas.

Estes dados que serão descritos são normalmente levantados no Estudo de Impacto Ambiental, portanto o plano de desativação pode (e deveria) ser preparado junto com o EIA. Este plano é realizado juntamente com o planejamento ambiental da mina.

Uso da terra: Descrição de qualquer atividade mineral ou industrial que tenha sido conduzida no local e avaliação do que ocorreu neste local.

Clima e qualidade do ar: Descrição das condições climáticas e a qualidade do ar do local em relação às atividades de recuperação. Deve-se saber com exatidão a direção preferencial dos ventos e avaliação das chuvas e condições hidrológicas.

Mineralogia e Geologia: Descrição da mineralogia do minério e das rochas encaixantes que tenham sido encontradas durante a pesquisa ou a fase de lavra, incluindo os resultados de análise petrográficas. Fazer análise química completa do minério, materiais de capeamento, estéril e rejeitos para determinar o potencial ou a extensão da geração de ácidos ou contaminantes de lixiviação. Identificar sistemas de juntas, fraturas, falhas e suas direções e habilidades para conduzir água subterrânea.

Topografia da área: Obtenção de dados que definam:

- Os limites das bacias hidrográficas adjacentes à mina;
- Qualquer mudança topográfica que possa ocorrer com o resultado da desativação da mina;
- Os impactos visuais.

Hidrologia e Hidrogeologia: Descrição detalhada, se possível, para fornecer dados suficientes para a avaliação dos efeitos potenciais das operações mineiras e suas medidas de recuperação na qualidade da água, habitat de peixes e localidades a jusante da mina. Isto inclui:

- Mapeamento das bacias hidrográficas com drenagens e recebimento de águas;
- Balanço detalhado de água para permitir a estimativa das taxas de carga e diluição das bacias;
- Identificação da trajetória das drenagens e integridade da rocha encaixante;
- Volumes e profundidades dos lagos, rios, riachos, etc. que receberão esta água;
- Direção e fluxos da água subterrânea que saem dos rejeitos e áreas onde os fluxos de contaminantes são conhecidos ou esperados para ocorrer;
- Tabelas de água subterrânea dentro das áreas de rejeitos e áreas de contaminação conhecidas;
- Identificação de aquíferos significativos;
- Localização das áreas de descarga e recarga e todos os usos do aquífero.

Qualidades da água e dos sedimentos: Serão analisadas através de uma rede de coleta em pontos pré-determinados tais como:

- Pontos de descarga;
- A jusante da mina onde ocorre carga de contaminantes;
- Estação de monitoramento a jusante;
- Estação de monitoramento a montante fora da área de influência do sítio da mina.

As análises da água devem incluir parâmetros físicos e químicos tais como:

- pH, potencial de redução, sólidos totais em suspensão, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido, metais pesados, maiores cátions e ânions, totais de óleos, graxas, amônia, arsênico e cianeto;
- As modificações ocorridas nos parâmetros devem ser baseadas nos dados existentes, adições químicas durante o tratamento do minério e mineralogia local.

As análises de sedimentos incluem:

- Nutriente, carbono orgânico total, perda residual ou ignição de metais pesados contidos.

Solo: A natureza e a composição dos solos locais e seu potencial de uso no fechamento devem ser descritos. Interessa, em particular, o potencial de erosão. A extensão da contaminação do solo como resultado de emissões, se houver.

Flora e fauna: Uma breve descrição da vida de animais, plantas terrestres que podem ser afetados pelo projeto. O foco principal será a descrição do desenvolvimento existente dos recursos de pesca e o esperado impacto do plano de desativação sobre eles.

Alternativas de recuperação e custos

As alternativas de recuperação em um plano de desativação devem ser descritas na medidas em que se considerem os “prós” e “contras” e selecione de maneira racional a opção preferencial.

Os critérios de avaliação podem incluir:

- Habilidade para encontrar a condição ambiental esperada;
- Custos condizentes com a realidade;
- Certeza de tecnologia e longa duração;
- Manutenção ou exigências operacionais.

As medidas alternativas de recuperação devem ser descritas por aqueles elementos do local que possuam um maior custo e/ou risco ambiental. Dependendo das condições individuais do local, pode-se incluir:

- Trabalhos mineiros, taludes de cava, pilares de mina e aberturas subterrâneas para a superfície;
- Pilhas de estéril;
- Rejeitos e outros locais de disposição de resíduos;
- Sistemas de gerenciamento de água;
- Infra-estrutura na superfície.

Plano de recuperação

O plano tem como finalidade seguir os padrões prescritos para o tratamento do solo ou solos nos quais as operações mineiras tenham sido desenvolvidas e tenha ocorrido uma mudança nas condições anteriores à mineração. Deste modo, faz-se necessária a recuperação deste sítio de acordo como era anteriormente ou para outro uso adequado.

Saúde e segurança local: A natureza e localização dos sistemas de segurança, tais como barreiras, cercas, portões, bermas, trincheiras devem ser descritas em cada estágio da desativação. Os cronogramas de inspeções e pessoal de segurança devem ser detalhados.

Lavra subterrânea ou céu aberto: As informações sobre as aberturas para a superfície devem incluir:

- Localização e tamanho das aberturas;
- Métodos utilizados para suportar e estabilizar as aberturas;
- Seleção das medidas de recuperação a serem utilizadas.

Se forem utilizados pilares de rocha para a sustentação das aberturas subterrâneas, algumas informações são exigidas:

- Localização, espessura, tamanho e forma dos pilares;
- Profundidade do pilar abaixo da superfície;
- Natureza e profundidade das camadas de materiais sobrejacentes, incluindo construções e infra-estruturas;
- Geologia estrutural do pilar e da rocha adjacente;
- Métodos de avaliação da estabilidade de longa duração.

Esta avaliação deve incluir a análise dos efeitos de cada abertura da mina na estabilidade da superfície em áreas sobrejacentes e adjacentes à atividade mineira. Se houver distúrbios na superfície ou forem antecipados, a extensão e a natureza destes distúrbios e o período no qual ele ocorre devem ser descritos.

Pilhas de estéril, minério marginal ou lixiviado extinto - Devem ser avaliadas:

- Todas as pilhas de material que permanecerão no sítio;
- Estruturas para o gerenciamento de água e sua conexão com o sistema de drenagem natural;
- Estruturas para controle dos sedimentos (canaletas, bueiros, etc.);
- Potencial de geração de ácido.

Se necessário, fazer seção transversal de cada pilha, com a escala vertical e horizontal iguais, mostrando a relação entre as pilhas e a topografia de entorno. As seções das pilhas devem mostrar:

- Inclinação dos taludes;
- Descrição das zonas de diferentes tipos de materiais;
- Materiais de fundação;
- Sistema de drenagem da base da pilha.

Devem ser descritos as medidas, métodos e avaliações que serão utilizadas progressivamente a cada estágio de desativação para alcançar, em longo prazo, as estabilidades física e química de cada uma das pilhas. A manutenção após a reabilitação deve ser identificada e descrita.

Barragens ou bacias de rejeitos: Descrição dos métodos de recuperação utilizada progressivamente e a cada estágio da desativação, encontrando, em longo prazo, a estabilidades física e química do sistema de disposição de rejeitos. Planta topográfica mostrando a localização de todas as estruturas e características relacionadas que serão usadas durante o período de desativação e remanescente no local.

Desenhos e relatórios devem ser fornecidos para cada estágio da desativação que ilustrará e descreverá as medidas de recuperação para as barragens de rejeitos, barragens de estocagem de água, bacias de rejeitos e outras estruturas de controle de drenagem, incluindo vertedouros, tubulações, canais de desvios e bueiros. Estes desenhos devem incluir o projeto de vida da pilha, enchentes e capacidade de estocagem para cada estrutura após a reabilitação.

Áreas de armazenagem de óleos combustíveis e produtos químicos: Para cada estágio da desativação, suspensão temporária, inatividade e abandono, deve ser fornecido pelo empreendedor um inventário de todos os locais de armazenamento de combustíveis e produtos químicos. Medidas de recuperação devem ser descritas para cada área de estocagem identificada e conhecida ou o potencial de contaminação do solo e da água.

Áreas de disposição e estocagem de materiais perigosos: Um inventário de todas as localizações de estocagem e disposição de produtos perigosos no sítio será indicado em relatórios os quais descreverão em longo prazo a estabilidade física e química do local. Incluem-se no relatório, métodos e locais propostos para a estocagem, segurança antecipada, com manutenção adequada para materiais perigosos que irão permanecer armazenados no local após a desativação.

Tratamento de água: Quando a coleta, tratamento de escoamentos superficiais, efluentes de rejeitos ou outras águas locais são previstas, é necessária uma descrição detalhada do seguinte:

- Processo de tratamento;
- Equipamentos e facilidades, incluindo a tomada de água, casa de bombas, sistema de desaguamento e bacias de sedimentação;
- Métodos e localizações de estocagem de estéril ou lama.

Planta de beneficiamento, equipamentos, obras civis e infra-estruturas: Identificar e descrever a localização de todas as estruturas, facilidades e infra-

estruturas no sítio, métodos de disposição e recuperação proposta. Devem ser listados todos os materiais que serão dispostos no local.

Cronograma da recuperação

O cronograma dependerá do tipo de recuperação adotado, se progressivo ou para cada estágio de desativação, como: suspensão temporária, inatividade ou desativação total. O cronograma deve descrever as medidas de reabilitação ou trabalhos, tempo requerido para realizar o trabalho e o tipo de atividade envolvida. Sendo possível, as principais datas devem ser incluídas.

Monitoramento

O programa de monitoramento deve envolver o gerenciamento, operações, manutenção e métodos de registro guardados para todas as estruturas que permanecerão no local após a recuperação.

Este programa deve envolver as estabilidades física e química e condições ambientais, a fim de verificar e alcançar as condições e usos esperados. Estas informações podem incluir:

- Objetivos do programa de monitoramento;
- Tipos e métodos a serem conduzidos;
- Locais a serem monitorados e quais equipamentos serão instrumentados;
- Frequência e duração esperada do monitoramento;
- Métodos usados para inspecionar, registrar e avaliar dados;
- Parâmetros a serem medidos;

Estabilidade física: Corresponde a todas as estruturas e serviços listados abaixo:

- Pilares e serviços subterrâneos;
- Cavas e estabilidade de taludes;
- Pilhas de estéril e minério lixiviado;
- Barragens ou bacias de rejeitos;
- Estruturas de acumulação de água;

- Obras civis (escritórios, oficinas, alojamentos, etc.).

Em muitos sítios, o monitoramento para a estabilidade química consistirá na coleta de amostras periódicas de água e análises da água de superfície e subterrânea para avaliar a geração e migração de material lixiviado. As seguintes situações podem ser apropriadas para águas de superfície e/ou monitoramento quantitativo:

- Pontos emergentes de percolação de água e/ou piezômetros;
- Pontos de escoamento superficial no local;
- A montante e jusante das descargas de efluentes.

O monitoramento de águas subterrâneas pode ser apropriado abaixo das pilhas de estéril e de estocagem de combustíveis e produtos químicos.

O programa de monitoramento deve demonstrar que os níveis de contaminantes nas drenagens provenientes dos locais não excedam às condições esperadas para os locais ou aplicáveis para a obtenção de uma licença.

Monitoramento de longo prazo (manutenção passiva ou ativa): Descrever o programa de gerenciamento de longo prazo que irá ser implementado se os trabalhos de reabilitação propostos não conseguirem alcançar as condições esperadas e usos para um local integralmente desativado.

Destinação futura da área

É a descrição das condições esperadas e usos seguintes à reabilitação. Locais onde atividades prévias, não relatadas para o projeto, possam ter contaminado o local, a descrição pode incluir melhorias esperadas para a qualidade do ambiente ou a produtividade do uso da terra.

Uso da terra: As áreas lavradas devem retornar também para o seu uso original, ou um uso alternativo aceitável. Em algumas situações, as condições de pré-mineração podem não ser desejáveis após a mineração. Reconhece-se a dificuldade de se planejar em longo prazo.

Saúde pública e segurança devem ser consideradas primariamente na determinação dos requisitos de reabilitação para permitir o uso futuro do solo. Danos

remanescentes no sítio reabilitado devem ser o mesmo ou menor que os danos típicos da área prioritária para o desenvolvimento.

Topografia: As mudanças significativas na topografia do local devem ser devidamente identificadas com as seguintes informações:

- Localização, área e profundidade das cavas ou outras escavações;
- Qualquer área íngreme ou pilhas de estocagem que permaneçam no local após a reabilitação.

Fontes de água: O empreendedor deve avaliar os efeitos potenciais da recuperação da mina na qualidade da água de superfície e subterrânea, adjacente ou a jusante do sítio. Os impactos não esperados, após a reabilitação, não devem exceder os impactos vivenciados durante as fases de operação de uma mina e devem aproximar-se dos níveis anteriores à mineração.

Com respeito à hidrologia e hidrogeologia, o empreendedor deve identificar mudanças permanentes necessárias para encontrar, em longo prazo, a estabilidade para os fluxos e drenagem padrão da superfície e sub-superfície e/ou identificar as mudanças dos volumes e profundidades das áreas de coleta de água.

A qualidade esperada de água e sedimentos deve ser indicada nos seguintes locais:

- Pontos emergentes de percolação de água e/ou piezômetros;
- Pontos de escoamentos superficiais ou efluentes finais no local;
- Estação(ões) de monitoramento localizada(s) fora do limite da mina que não favoreça(m) a ocorrência de carregamento de contaminantes; mais de uma estação de monitoramento no sítio pode ser necessária se o fluxo do escoamento superficial for maior que o corpo d'água receptor;
- A montante e jusante das descargas de efluentes.

Fauna e flora: Os principais focos de recuperação serão os impactos das operações causados em recursos de pesca locais. É reconhecido por todos (empresa, órgão ambiental e comunidade) que a mineração altera os sistemas ecológicos e, em alguns casos, o retorno a uma situação anterior à mineração pode não ser possível. A última meta é reabilitar o sítio e a extensão que o recebimento do curso d'água suportará em uma diversa e viável comunidade aquática, reconhecendo as limitações do habitat natural adequado.

Consulta pública e autorização governamental

A consulta pública refere-se ao envolvimento da comunidade no processo de desativação de uma mina, tendo como finalidade informar e colher soluções para os problemas causados na recuperação das áreas mineradas e as demissões dos seus empregados que causarão impactos na população e no comércio local. A autorização ambiental nada mais é do que uma anuência dos órgãos ambientais para o encerramento do processo de desativação. Oliveira Júnior (2001).

Execução do plano e acompanhamento

O plano de desativação deve ser acompanhado pelos responsáveis da empresa na área ambiental e pelos fiscais dos órgãos ambientais, no sentido de conferir se os resultados estão de acordo com o projeto original. Caso haja alguma modificação no projeto original, o órgão ambiental deve ser informado e se posicionar a este respeito. Oliveira Júnior (2001).

Ensaio comprobatórios

São ensaios realizados após cessarem os trabalhos de recuperação para comprovar se realmente aquele local se encontra nas condições adequadas para ser utilizado para outras finalidades. Na minas, os ensaios mais comuns se referem à contaminação dos solos e das águas (superficiais ou subterrâneas) por substâncias químicas. As áreas mais visadas são as de disposição de estéreis e rejeitos (pilhas de estéril e minério lixiviado e bacias de rejeitos). Oliveira Júnior (2001).

Relatório final e documentação

Registro de tudo o que foi realizado na área da mina e seu entorno, através de relatórios e documentação fotográfica de todas as etapas do trabalho, inclusive, o histórico do uso da área.

Custos de recuperação ambiental

Custos de uma maneira geral “são todos os gastos utilizados para a condução das atividades de uma empresa. Estes gastos estão relacionados ao processo de produção de uma empresa e podem ser identificados como: matéria prima, mão de obra, desgaste de máquinas, impostos em geral, etc”. (Iudícibus, 1999 apud Oliveira Júnior, 2001). Este custo, por sua vez é considerado como custo total e pode ser desdobrado em dois componentes: o custo fixo (CF) e o custo variável (CV). O custo fixo é a parte do custo que permanece constante independente da produção (aluguéis, depreciação, manutenção, honorários e salários fixos). O custo variável representa todos os itens do custo total, exceto o custo fixo (matérias primas, salários, combustíveis, etc.). Samuelson (1979) apud Oliveira Júnior (2001).

Os custos ambientais, por sua vez, definidos por Ribeiro (1998) apud Oliveira Júnior (2001) de uma maneira geral são o somatório dos gastos despendidos pela empresa, só que agora, relacionados direta ou indiretamente com o controle, preservação e recuperação do meio ambiente.

O custo ambiental particularizado para ao setor mineral é definido como “a antecipação, medida em termos monetários, incorrida, ou potencialmente a incorrer, para atingir os objetivos de avaliar, reabilitar e recuperar uma área degradada por um empreendimento mineral, ou mantê-la em condições ambientais aceitáveis, através das ações de proteção, monitoramento e prevenção”. (Taveira, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001)

Os custos ambientais podem ser incorridos “nas ações de avaliação, prevenção, minimização, monitoramento, e reabilitação dos impactos sobre os meios físicos, bióticos e antrópico, provocados por empreendimentos do setor mineral, nas fases de planejamento, construção, operação e fechamento” (Taveira, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001).

Os custos ambientais de um empreendimento mineiro devem ser computados desde o início das operações mineiras. A sua identificação depende da localização da jazida, quanto mais próximo dos centros urbanos, deve-se ter maiores cuidados com a preservação e controle ambiental. O método de lavra influi de maneira decisiva; se a lavra for a céu aberto, implica maior impacto no meio ambiente e precisa maiores

trabalhos de recuperação ambiental no futuro que a lavra subterrânea. Na fase de beneficiamento, a recuperação de minerais metálicos implica utilização de reagentes químicos neste processo, conseqüentemente, os resíduos gerados no tratamento deste mineral serão mais perigosos e deverão ter um cuidado maior na sua disposição e nos trabalhos de recuperação ambiental, mais que os minerais industriais. Definidos o método de lavra e o tratamento de minério empregado para a substância mineral, pode-se ter uma idéia dos custos utilizados na preservação e controle ambiental.

Taveira (1997) apud Oliveira Júnior (2001) explicita os componentes do custo ambiental da seguinte forma:

- Custo de degradação: custos externos de um projeto provocados por impactos ambientais sem controle ou por impactos residuais;
- Custo de controle: evita a ocorrência (total ou parcial) de impactos ambientais;
- Custo de mitigação: gastos em ações para reduzir o impacto ambiental do projeto;
- Custo de compensação: gasto em ações que compensam os impactos, recuperação é impossível;
- Custos de monitoramento: gastos com ações de acompanhamentos e avaliação de impactos e programas ambientais;
- Custos institucionais: gastos com as seguintes situações:
 - Elaboração de estudos sócio-ambientais referentes às etapas de planejamento, implantação e operação;
 - Elaboração de estudos requeridos por órgãos ambientais;
 - Pagamento de multas e ações judiciais;
 - Obtenção de licenças ambientais;
 - Obtenção de certificações, pagamento de seguros.

5.9 Custos de proteção e preservação ambiental

São aqueles computados quando do uso, pelo empreendedor, de matéria-prima poluente no processo de extração, beneficiamento mineral, e, na disposição e tratamento dos rejeitos gerados após a conclusão do processo operacional. Estes

custos estão associados com as operações mineiras (lavra e beneficiamento), fazendo parte dos custos de extração do bem mineral.

As principais atividades onde estes custos estão diretamente ligados são:

- Aquisição de insumos próprios para controle e/ou eliminação de poluentes; Ex., compra de hipoclorito de sódio ou cálcio para a neutralização do cianeto de sódio utilizado na extração de ouro por lixiviação em pilha.
- Tratamento de resíduos de produtos provenientes do beneficiamento de minérios; Ex., aplicação do hipoclorito de cálcio em bacias de rejeitos para a neutralização do cianeto de sódio.
- Disposição de resíduos sólidos ou líquidos de mineração; Ex., preparação dos locais onde deverão ser dispostos estes resíduos, isto é, a impermeabilização dos locais onde as pilhas de minério lixiviados e as bacias de rejeitos deverão ser instaladas.

Como se pode deduzir dos exemplos aplicáveis à mineração, todas as operações de proteção e preservação ambiental estão associadas às atividades de lavra e beneficiamento. Inclui-se também a mão de obra, que pode ser a mesma utilizada nas operações mineiras.

5.9.1 Custos de recuperação das principais atividades mineiras

Desativar uma mina e seus componentes (lavra subterrânea, lavra a céu aberto, pilhas de estéril e minério lixiviado, bacia ou barragem de rejeitos, equipamento e obras civis e infra-estrutura) implica custos e um cronograma de desembolso que deve ser planejado.

Para estimar os cálculos dos itens de custo, é necessário se ter as características de cada tipo de lavra subterrânea (abertura de galerias para a superfície ou subsidência) ou céu aberto (cavas inundadas, secas com ou sem enchimento), pilhas de estéril (perenes ou provisórias) ou de lixiviação, barragens ou bacias de rejeito, etc.

De acordo com as características de cada tipo de lavra e formas de beneficiamento, podemos então definir quais os objetivos da recuperação e quais as medidas que serão adotadas.

Definidos os objetivos e as medidas adotadas são definidas as ações para recuperação das áreas degradadas. Estas ações servirão de base para que possamos identificar quais são os itens de custos. Estes serão separados em três grupos principais: custos com equipamentos, custos com mão-de-obra e custos com material de consumo.

Itens de custo para lavra subterrânea

Dentre as características abordadas, destacam-se as aberturas para a superfície, (poços verticais, chaminés, rampas de acesso e área de subsidência) e problemas decorrentes com drenagens ácidas. Com estas características, foram identificadas os objetivos e as principais medidas de recuperação mais adequadas. Estas, por sua vez, foram selecionadas e indicadas para cada grupo de custo que incide sobre elas.

A tabela 3 apresenta as principais características determinadas na lavra subterrânea, os objetivos e medidas de recuperação, as ações de recuperação utilizadas para minimizar ou eliminar os impactos ambientais e os principais itens de custos envolvidos.

Itens de custo para lavra a céu aberto

Na lavra a céu aberto, foram considerados três tipos de cavas: inundada por lençol freático ou por enchimento mecânico. Obviamente esta cava não pode estar situada sobre mina subterrânea, sob pena de haver infiltrações para o seu interior ou, na pior das hipóteses, inundação das galerias subterrâneas com o rompimento do pilar de proteção que separa a mina a céu aberto da subterrânea; cava seca, podendo ocorrer o enchimento parcial da cava, quando se trata de cava muito grande e profunda; e cava seca enchida totalmente, esta cava é de médio a pequeno porte, e o

enchimento pode ocorrer pela retomada do estéril próximo a ela ou por reconformação do relevo com o abatimento de suas bermas.

A tabela 4 apresenta as principais características da lavra a céu aberto utilizadas, os objetivos, as medidas de recuperação, as ações de recuperação utilizadas para minimizar ou eliminar os impactos ambientais e os principais itens de custos envolvidos.

Quadro 3-11 Características, objetivos, medidas e ações de recuperação e itens de custos para lavra subterrânea.

Características	Objetivos da Recuperação	Medidas	Ações de recuperação
-Aberturas para a superfície	-Prevenir o acesso à mina.	-Diminuir o número de aberturas; -Fechar ou selar as aberturas para a superfície com portões, enchimentos de poços e chaminés.	1. Retomada de Estéril e/ou Rejeito; 2. Transporte e descarga de estéril e/ou rejeitos; 3. Desvios das drenagens originais; 4. Sinalização para áreas inseguras;
-Subsidência.	-Prevenir o abatimento da superfície.	-Enchimentos de áreas de subsidência; -Contorno da superfície e revegetação.	5. Coleta de sementes; 6. Preparação do solo; 7. Tratamentos da superfície; 8. Semeadura ou plantio; 9. Coletas e análise de contaminantes.
-Drenagem ácida e/ou lixiviação de minerais ou contaminantes; -Percolação de reagentes da concentração no enchimento do subsolo.	-Controle de reações e/ou migração de contaminantes; -Coleta e tratamentos.	-Fechamento de galerias e furos de perfuração para evitar a migração; -Coleta e tratamento de óleo de motores e transformadores.	
-Uso produtivo ou estético	-Retorno da área ao uso original ou outro uso apropriado.	-Revegetação.	
Custos com Equipamento		Custos com Material de Consumo	
• Horas de tratores, pás-carregadeiras e caminhões (1, 2 e 3).	• Operação e manutenção dos equipamentos (1, 2 e 3); • Instalação das placas de sinalização (4); • Coleta de contaminantes (9); • Coleta de sementes, aragem do solo, semeadura e plantio do solo. (5, 6, 7 e 8).	• Combustíveis, lubrificantes e peças de reposição (1); • Tintas, madeira e metal (4); • Adubos químicos, corretivos da fertilidade do solo, pesticidas, compra de sementes, sacos para plantio de mudas, mudas, etc. (5, 6, 7 e 8); • Análise dos contaminantes (9).	

Quadro 3-12 Características, objetivos, medidas, ações de recuperação e itens de custos para lava a céu aberto

Características	Objetivos da Recuperação	Medidas	Ações de recuperação
-Cavas inundadas – Manutenção da cava	-Permitir o acesso da água para o interior da cava; -Permitir o acesso da comunidade à água armazenada; -Prevenir ruptura de taludes; -Restringir o acesso a cava pelas bordas, evitando acidentes.	-Canaletas de drenagens superficiais em direção a cava; -Deixar livre apenas um acesso para o interior da cava; -Estabilização de taludes; -Cercas e sinalizações no entorno da borda da cava;	1. Aplainamento das bermas; 2. Aberturas de valas de drenagens; 3. Sinalização para áreas inseguras; 4. Coleta de sementes; 5. Preparação do solo; 6. Tratamentos da superfície; 7. Semeadura ou plantio.
-Cava seca – Enchimento parcial	-Retorno da área a outro uso apropriado. -Prevenir ruptura de taludes; -Restrição total de acesso a cava; -Drenagens superficiais impedindo o acesso da água ao seu interior; -Retorno da área a outro uso apropriado.	-Revegetação dos taludes e entorno da cava. -Estabilização de taludes; -Sinalização e cercas no seu entorno; -Canaletas de drenagens superficiais; -Revegetação dos taludes e entorno da cava.	8. Desmonte das bancadas para alinhar os taludes e manter as bermas de segurança.
-Cavas secas – Enchimento total	Retorno da área a outro uso apropriado.	Recomposição do solo de acordo com uma utilização futura.	9. Retomada de rejeito e/ou estéril; 10. Desmonte mecânico das bermas da cava.
Custos com Equipamento		Custos com Material de Consumo	
• Horas de tratores, pás-carregadeiras e caminhões (1, 2, 9 e 10); • Transporte de terra vegetal (5, 6, 7 e 9); • Perfuração para desmonte (8); • Transporte de terra vegetal (5, 6, 7 e 9).	• Operação e manutenção dos equipamentos (1, 2, 9 e 10); • Instalação das placas de sinalização (3); • Coleta de sementes, aragem do solo, semeadura e plantio do solo. (4, 5, 6, 7 e 9).	• Combustíveis, lubrificantes e peças de reposição (1, 2, 9 e 10); • Tintas, madeira e metal (3); • Adubos químicos, corretivos da fertilidade do solo, pesticidas, compra de sementes, sacos para plantio de mudas, mudas, etc. (4, 5, 6 e 7); • Compra de sementes (4); • Explosivos, acessórios de detonação, hastes, luvas e brocas; (8).	

Itens de custo para pilhas de estéril e minério lixiviado

Consideraram-se três tipos de pilha de estéril: 1- as provisórias, que são construídas próximas a cava e depois retomadas para o seu enchimento; 2- as perenes, que não são retomadas e merecem cuidados especiais; 3- e as de minério lixiviados, estas são pilhas contendo resíduo de ouro e cianeto, substância química altamente perigosa e nociva à saúde, o que requer cuidados maiores quando da sua desativação e recuperação.

A tabela 5 apresenta as principais características das pilhas de estéril e minério lixiviados utilizadas, os objetivos e medidas de recuperação, as ações de recuperação utilizadas para minimizar ou eliminar os impactos ambientais e os principais itens de custos envolvidos.

Itens de custo para bacias e barragens de rejeitos

Consideram-se como bacias de rejeitos o local onde foram dispostos os rejeitos provenientes do beneficiamento, durante a vida útil da mina e após a sua desativação; a água acumulada neste local foi evaporada, sendo que, antes desta evaporação, os metais pesados foram neutralizados. Este local, quando em atividade, continha mantas impermeáveis no seu leito para não permitir a percolação do seu conteúdo para o solo e subsolo; estas mantas permaneceram. As barragens de rejeitos são aquelas típicas que são alteadas pelo material nela depositado e que podem conter água, mesmo após a sua desativação.

A tabela 6 apresenta as principais características das bacias e barragens de rejeitos utilizadas, os objetivos e medidas de recuperação, as ações de recuperação utilizadas para minimizar ou eliminar os impactos ambientais e os principais itens de custos envolvidos.

Itens de custo para equipamentos e obras civis

Incluem-se para as construções da usina de beneficiamento, estruturas associadas e equipamento de superfície e subterrâneos, além de áreas de estocagem

de materiais. Estes podem incluir: serviços de compras, escritórios, almoxarifados, refeitórios, filtros, laboratórios de ensaios, usina geradora de energia, fabricação e armazenagem de explosivos, locais de armazenagem de minério, guias, guinchos e equipamentos de poço, transportadores e equipamentos móveis.

Quadro 3-13 Características, objetivos, medidas, ações de recuperação e itens de custos para pilhas de estéril e minério lixiviado

Características	Objetivos da Recuperação	Medidas	Ações de Recuperação
- Pilhas de estéril provisória.	- Evitar rupturas da superfície e descarga de sedimentos.	- Construir pilhas em camadas com taludes planos; - Retorno da área ao uso anterior	1 Retomada de estéril; 2 Transporte e descarga de estéril; 3 Preparação do solo; 4 Tratamentos da superfície; 5 Semeadura ou plantio.
- Pilhas de estéril perene.	- Evitar rupturas profundas, afundamento de grandes superfícies e descargas de sedimentos; - Retornar da área ao uso original ou outro uso apropriado.	- Selecionar o local para evitar baixa resistência da fundação; - Construir drenagens internas para prevenir o aumento da pressão neutra; - Construir pilhas em camadas com taludes planos; - Cobrir ou colocar valetas para controlar a infiltração de água; - Revegetar ou estabelecer enrocamento de proteção.	6 Coleta de sementes; 7 Desvio das drenagens originais; 8 Instalação das drenagens superficiais nas bermas e laterais da pilha;
- Pilhas de minério lixiviado extintos.	- Controle de reações e/ou migração de contaminantes. Coleta e tratamento dos contaminantes. - Retornar da área ao uso original ou outro uso apropriado.	- Neutralização do cianeto; - Monitoramento da pilha até a sua completa neutralização; - Evitar descargas em cursos d'água; - Controlar e tratar; - Revegetar com espécies nativas ou outras, se possível..	9 Uso de reagentes para a neutralização da pilha; 10 Coleta de amostras de solo por tempo determinado; 11 Análise do material coletado na pilha.
Custos com Equipamentos		Custo com Material de Consumo	
1 Horas de tratores, pás-carregadeiras e caminhões (1, 2 e 3); 2 Transporte de estéril e terra vegetal (1, 2 e 3).	3 Operação e manutenção de equipamentos (1, 2 e 3); 4 Coleta de amostras da pilha (10); 5 Coleta de sementes, aragem do solo, semeadura e plantio (4, 5 e 6); 6 Instalação das drenagens superficiais(7).	7 Combustíveis, lubrificantes e peças de reposição (1, 2 e 3); 8 Adubos, corretivos de solo, pesticidas, sementes, sacos para mudas, mudas, etc. (4, 5 e 6); 9 Cimento, areia, brita, manilha (7); 10 Reagentes (9); 11 Análise do solo (11).	

Quadro 3-14 Características, objetivos, medidas, ações de recuperação e itens de custos para sistemas de barragens ou bacias de rejeitos

Características	Objetivos da Recuperação	Medidas	Ações de Recuperação
- Bacias de rejeitos secas.	- Controlar a migração de poeiras - Controlar a erosão pela água - Retorno da área ao uso original ou outro uso apropriado	- Estabelecer uma cobertura resistente à erosão com vegetação, solo, enrocamento ou água; - Revegetação.	1 Desvios das drenagens originais; 2 Coleta e análise da água residual e dos rejeitos; 3 Uso de reagentes para a neutralização.
- Barragens de Rejeitos.	- Fator de segurança maior que 1.5 para condições estáticas com resistência à erosão e proteção contra transbordamento; - Remover ou estabilizar por longos períodos os vertedouros, torres de decantação e tubulação; - Restringir o acesso à barragem; - Encontrar qualidade nas águas superficiais por meio do controle de reações e/ou controle da migração, coleta e tratamento; - Retorno da área ao uso original ou outro uso apropriado.	- Selecionar apropriadamente o local e o projeto da barragem; - Estabilizar o corpo da barragem com a construção de bermas de pé e taludes menos inclinados; - Aumentar a borda livre e/ou aumentar o vertedouro para prevenir erosão por transbordamento em eventos extremos; - Cercas para prevenir a erosão e o acesso com veículos motorizados; - Projetar e construir desvios e vertedouros para eventos extremos e estabilidade de longa duração, monitorar, coletar e tratar os contaminantes; - Rvegetação.	4 Análise das amostras de rejeito coletadas; 5 Preparação do solo; 6 Tratamentos da superfície; 7 Coleta de sementes; 8 Semeadura ou plantio. 9 Manutenção do vertedouro, torres de decantação e corpo da barragem.
Custos de Equipamentos		Custos de Mão-de-obra	
• Horas de tratores, pás-carregadeiras e caminhões (1 e 6); • Transporte de terra vegetal (1 e 6).	• Operação e manutenção de equipamentos (1 e 6); • Coleta de água e amostras do rejeito (2 e 4); • Coleta de sementes, aragem do solo, semeadura e plantio, etc. (6, 7, e 8); • Instalação de drenagens de desvio (1); • Manutenção dos vertedouros (9).	• Combustíveis, lubrificantes e peças de reposição (1 e 6); • Adubos, corretivos de solo, pesticidas, sementes, sacos para mudas, mudas, etc (6, 7, 8 e 9); • Reagentes (3); • Análise das amostras do rejeito (4).	

O quadro 7 apresenta as principais características das obras civis e dos equipamentos utilizados, os objetivos, medidas e as ações de recuperação utilizadas para minimizar ou eliminar os impactos ambientais e os principais itens dos custos envolvidos.

Itens de custo para a infra-estrutura

Incluem as facilidades que fornecem suporte para as atividades da mina. Isto é, estradas, ferrovias, linhas de transmissão, tubulação de suprimento de água, etc.

O quadro 8 apresenta as principais características das áreas utilizadas para infra-estrutura, os objetivos, medidas e as ações de recuperação utilizadas para minimizar ou eliminar os impactos ambientais e os principais itens de custos envolvidos.

5.10 Metodologia para a elaboração de orçamentos da recuperação ambiental

Para a elaboração dos orçamentos dos trabalhos de recuperação ambiental de uma mina, é necessário montar um quadro de preços, onde apareçam todos os custos correspondentes a rendimento dos equipamentos utilizados, materiais de consumo, e mão-de-obra envolvida nestes trabalhos. Ver Figura 5.

Esta metodologia é utilizada para cada unidade de área onde são processadas as obras de recuperação ambiental, estas unidades podem ser: cavas, galerias subterrâneas, pilhas de estéril, bacias ou barragens de rejeitos; obras civis, infra-estrutura, etc. Oliveira Júnior (2001).

A apropriação dos custos com os equipamentos dependem dos seus rendimentos e da quantidade de horas que foram utilizados. A mão-de-obra refere-se àquela utilizada na execução dos trabalhos de recuperação, sendo também apropriada pela quantidade de horas trabalhadas. Os gastos com materiais de consumo são aqueles envolvidos na compra de insumos (combustíveis, óleo lubrificantes, sementes, adubos, corretivos de solo, pesticidas, etc.) necessários para a realização de trabalhos de recuperação ambiental em áreas degradadas pela mineração. Oliveira Júnior (2001).

Quadro 3-15 Características, objetivos, medidas, ações de recuperação e itens de custo para equipamentos e obras civis

Características	Objetivos da Recuperação	Medidas	Ações de Recuperação
- Construções, equipamentos e áreas de estocagem.	- Controlar a entrada de pessoas estranhas; - Encontrar critérios para a qualidade das águas; - Dispor os excessos de produtos químicos em outros locais; - Retornar a superfície ao estado original ou outro uso aprovado pela comunidade, empresa e órgão ambiental.	- Descontaminar, se necessário, desmontar e remover todos os equipamentos e construções; - Enchimento das escavações; - Remoção de tanques subterrâneos; - Restaurar as drenagens naturais; - Avaliar os solos contaminados caso a caso deixar no local ou escavar e dispor de maneira apropriada; - Os produtos químicos de qualquer tipo devem ser reciclados, retornar ao revendedor, ser vendido, ou disposto em locais apropriados para solos contaminados; - Revegetação, áreas de lazer, casas populares, etc.	1 Enchimento de escavações; 2 Descontaminação das áreas contaminadas; 3 Instalação de placas de sinalização e cercas; 4 Coleta e análise de contaminantes; 5 Disposição de solos contaminados e produtos químicos em local apropriado; 6 Transporte e reutilização de equipamentos.
Custos de Equipamentos		Custos de Mão-de-obra	Custos de Material de Consumo
• Horas de tratores, pás-carregadeiras e caminhões (1 e 5); • Transporte de equipamentos (6).	• Operação e manutenção de equipamentos (1, 5 e 7); • Instalação de placas de sinalização (3); • Coleta de amostras de solo (4).		• Combustíveis, lubrificantes e peças de reposição (1, 5 e 7); • Tintas, madeira e metal (3); • Reagentes (2); • Análise do solo contaminado (4).

Quadro 3-16 Características, objetivos, medidas, ações de recuperação e itens de custo para infra-estrutura

Características	Objetivos da Recuperação	Medidas	Ações de Recuperação
- Estradas, pista de pouso, linhas de transmissão.	- Controlar a erosão; - Segurança da comunidade; - Controlar a liberação da águas de superfície e subterrâneas dos vertedouros ou de erosão; - Retornar a superfície ao estado original ou outro uso aprovado pela comunidade, empresa e órgão ambiental.	- Desbloqueio das vias de acesso; - Preparo do solo para outra atividade futura ou a atividade anterior (agropastoril); - Restaurar as drenagens padrão; - Seguir as normas locais de manutenção e prevenir a sua utilização desnecessária; - Descarregar e travar todas as linhas de transmissão abertas e não essenciais; - Avaliar os solos contaminados, caso a caso. Deixar no local ou escavar e dispor de maneira apropriada. - Transferir aos novos proprietários, onde for apropriado; - Remover todos os postes e fios elevados; - Remover do terreno todos os cabos enterrados - Revegetação	1 Remover bueiros, todas as pontes, barricadas em vias de acesso e estabilização; 2 Preparação do solo; 3 Tratamentos da superfície; 4 Coleta de sementes; 5 Restauração das drenagens originais; 6 Instalação de placas em áreas contaminadas ou de perigo para a população; 7 Desmonte e transporte de equipamentos; 8 Coleta de amostras de solo para verificar contaminação; 9 Disposição materiais contaminados em locais adequados (aterros); 10 Remoção de todo material que não será utilizado no uso da terra.
Custos de Equipamentos		Custos de Mão-de-obra	Custos de Material de Consumo
• Horas de tratores, pás-carregadeiras e caminhões (1, 2, 7, 9 e 10); • Transporte de equipamentos (7 e 10).	• Operação e manutenção de equipamentos (1, 2, 7, 9 e 10); • Instalação de placas de sinalização (6); • Coleta de amostras de solo (8); • Coleta de sementes, aragem do solo, semeadura e plantio, etc. (2, 3 e 4); • Instalação de drenagens de desvio (6).	• Combustíveis, lubrificantes e peças de reposição (1, 2, 7, 9 e 10); • Tintas, madeira e metal (6); • Adubos, corretivos de solo, pesticidas, sementes, sacos para mudas, mudas, etc (2, 3 e 4); • Reagentes (8); • Análise das amostras do rejeito (8).	

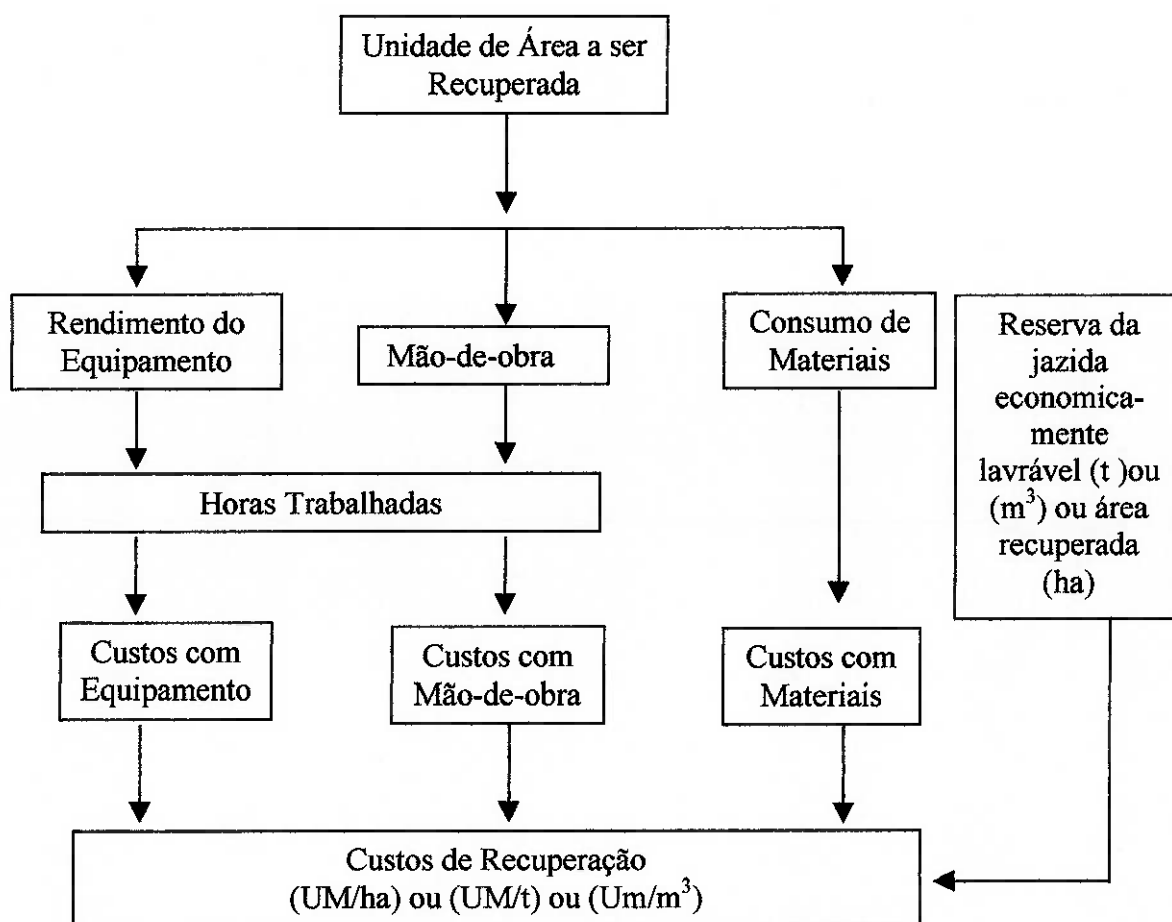


Figura 5 Metodologia para a elaboração de orçamento de recuperação ambiental. Oliveira Júnior (2001).

O orçamento geral de recuperação ambiental de uma unidade de área é o somatório de todos os gastos com equipamentos, mão-de-obra e materiais de consumo e é indicado nas unidades UM (Unidade Monetária vigente em cada país).

Uma vez conhecidos os custos globais de recuperação dos terrenos afetados pela mineração, deve-se analisar a repercussão que estes custos podem ter sobre a economia da operação.

Isto pode ser levado a cabo mediante a utilização de diversos indicadores econômicos e financeiros. O mais recomendado para se efetuar as comparações ou estimativas econômicas rápidas são os que se referem à unidade de área recuperada ou a tonelagem ou volume de minério extraído. Oliveira Júnior (2001).

Com relação ao custo por unidade de área recuperada (custo/hectare), pode servir para a comparação com outras experiências nacionais ou estrangeiras.

Quando se compara o custo de recuperação de área degradada por tonelada ou volume de minério extraído, a variação é maior que a anterior, pois depende das dimensões dos projetos, e, fundamentalmente, da reserva de massa mineral e à espessura dos terrenos de cobertura. Este indicador serve também para quantificar o acréscimo que o custo de produção terá com a realização dos trabalhos de recuperação ambiental.

Seria útil um índice que correlacionasse o custo de recuperação com o custo de produção da mina. Com este índice poderíamos fazer previsões do montante a ser destinado à recuperação ambiental já na fase de viabilidade econômica, podendo, assim, destinar uma quantia para este fim. No quadro 9 está indicado como se pode conseguir o percentual de acréscimo nos custos de produção.

Áreas Recuperadas	Custo de Recuperação (UM)	Quantidade de Minério Extraído (t ou m ³).	Custo de Recuperação do Minério Extraído (UM/t ou m ³)	Custo de Produção (UM/ t ou m ³).	Acréscimo no Custo de Produção (%)
Cavas, Pilhas, Barragens ou Bacias de Rejeitos, etc.	CR	Q	CR/Q	CP	$(CR/Q * CP) * 100$

Tabela 9 Montagem dos custos de recuperação de área degradada. Oliveira Júnior (2001)

O percentual de acréscimo nos custos de produção (P) é definido como:

$$P = (CR / Q * CP) * 100 \quad (1)$$

Onde, CR são os custos incorridos após o término das operações mineiras (cavas, galerias subterrâneas, pilhas de estéril, barragens ou bacias de rejeitos, etc.) ou das atividades da mina (desativação das operações citadas anteriormente, acrescidas de obras civis e infra-estrutura) nas ações de recuperação ou reabilitação

de áreas degradadas. Estes custos envolvem mão-de-obra, equipamentos e insumos; Q é a quantidade de minério extraído na mina e processado (t ou m³); e CP é o custo incorrido na produção de um determinado bem mineral e envolve todos os gastos que a empresa tem para se produzir um bem mineral. Estes custos envolvem mão-de-obra, equipamentos e depreciação e impostos.

5.11 Previsão de custos em um plano de desativação

Brandt (1998) apud Oliveira Júnior (2001) diz que os custos de desativação de um empreendimento mineiro devem ser definidos nos estudos de viabilidade econômica. Pelos resultados obtidos nos exemplos do item anterior, podemos observar que os aumentos nos custos de produção estão na faixa de 0,50% a 3%, o que significa aumentos irrisórios nestes custos.

Podemos estimar a ordem de grandeza dos valores referentes à recuperação de uma mina e acrescentá-lo ao estudo de viabilidade. Para isso, devemos obter a reserva lavrável e o custo médio de produção do bem mineral explorado em estudo. De posse destes dados poderemos idealizar vários cenários de custos de recuperação, bastando para isso alterar o valor percentual do acréscimo nos custos médio de produção.

Utilizando a expressão (1), e colocando o CR (custo de recuperação) em função dos demais membros encontraremos a seguinte expressão:

$$CR = (P \cdot CP \cdot Q) / 100\% \quad (2)$$

Isto significa que podemos quantificar, em projeto, quanto seria despendido na recuperação de áreas degradadas de uma mina qualquer.

A capitalização de recursos para a realização dos trabalhos de recuperação ambiental e desativação de mina se assemelha a um plano de aposentadoria programada. Ambos têm como finalidade a preocupação com o futuro, quando não só o aposentado como a empresa, ao final da sua vida produtiva, necessitam de rendimentos, o primeiro para ter uma velhice tranqüila, o segundo para conseguir recuperar os passivos ambientais deixados e fazer o monitoramento da área. Outro

fator interessante é o tempo de capitalização e o dinheiro empregado. Quanto mais se tem um, menos se precisa do outro, isto é, quanto mais tempo se leva capitalizando (maior vida útil de uma mina) menos dinheiro será dispendido. Tal qual num plano de aposentadoria, no período subsequente à desativação, (recuperação das áreas degradadas, manutenção e monitoramento) os gastos serão menores que o valor atual. Estima-se que, no período pós-desativação, haja uma queda de cerca de 50% com os gastos relativos a pessoal, produção do bem mineral, etc. Oliveira Júnior (2001).

Estão listados abaixo as vantagens de se saber, antecipadamente, a ordem de grandeza dos custos de recuperação ambiental:

- Poder incluir nos estudos de viabilidade uma quantia destinada a este fim;
- Fazer uma previsão contábil de desembolsos à medida que as áreas de lavra estejam sendo desativadas;
- Aplicar a quantia destinada à recuperação ambiental no mercado financeiro e utilizar os dividendos à medida que o cronograma de recuperação seja executado;
- Poder avaliar e corrigir os custos de recuperação periodicamente;

Depois da desativação da mina, período que as empresas estão geralmente descapitalizadas, a empresa não precisará despendar grandes quantias para a recuperação de áreas degradadas.

6. SITUAÇÃO ATUAL DOS PLANOS DE DESATIVAÇÃO DAS MINAS DA CVRD

A seguir estão descritos os critérios adotados pela CVRD para o atendimento aos Statement of Financial Accounting Standards - SFAS 143 "Accounting For Asset Retirement Obligations" e SFAS 146 "Accounting For Costs Associated With Exit Or Disposal Activities".

O SFAS 143 estabelece que os gastos pós-fechamento da mina deverão ser mensurados e reconhecidos contabilmente. O registro deve ser feito como um direito minerário (ativo) contra um contas a pagar (passivo), e deverá ser realizado de acordo com a exaustão da mina. O registro deste valor deverá ter como base os gastos nos quais a empresa incorreria se a mina fosse fechada hoje, e deverá ser atualizado pela taxa de juros ajustado pelo risco de crédito da CVRD (registrado como despesa financeira).

O fechamento de uma mina é normalmente requerido no momento em que a jazida é exaurida, ou a operação deixa de ser viável economicamente, ou quando o fluxo de caixa se torna negativo e quando o valor dos ativos está abaixo das despesas requeridas para alcançar os objetivos das exigências da regulamentação.

De acordo com a NRM-20, o fechamento de mina designa a cessação definitiva das operações mineiras, e só é caracterizado quando formalizado junto ao DNPM.

O número de minas a serem fechadas está intimamente relacionado à idade de operação da Companhia e à natureza de suas atividades. Os tipos de jazimento de direito minerário da CVRD são, em sua maioria, de característica de longo prazo. A grande parte das minas em operação da CVRD são de minério de ferro, com reservas e recursos potenciais de longo prazo.

O objetivo do fechamento de minas, no âmbito da reabilitação ambiental, é estabilizar condições geoquímicas, geotécnicas e hidrológicas de áreas mineradas*, com o intuito de proteger a saúde e segurança públicas, além de minimizar e prevenir qualquer degradação ambiental em curso. (* Entende-se por área minerada, de acordo com as Normas Reguladoras de Mineração do DNPM - NRM 21, toda área

utilizada na atividade mineira, tais como a própria mina, os depósitos de estéril e de rejeitos, as áreas construídas, as vias de circulação e demais áreas de servidão.)

A reabilitação ambiental não é encarada como uma atividade a ser projetada e executada ao final das atividades de uma mina, mas sim como um processo contínuo, que ocorre desde o planejamento da mineração até após o fechamento desta.

As reservas minerais apresentadas no Relatório Anual da CVRD, são a referência para a estimativa do tempo restante de exploração de uma mina, sendo que esta data de exaustão é baseada nos níveis de produção de um determinado ano.

O tempo até o fechamento da mina não depende exclusivamente do tamanho da reserva estimada mas também dos recursos potenciais, e é fortemente influenciado pela velocidade de lavra e principalmente por fatores de natureza externa tais como inovações tecnológicas e mercado.

Atenta-se, ainda, que uma reserva mineral que venha a ser considerada pela CVRD como não mais economicamente interessante à exploração, pode ser, para pequenas mineradoras, uma opção atrativa. Este dado altera a data de fechamento da mina, prolongando o prazo para a recuperação, sendo este discutido com os órgãos ambientais.

O orçamento da reabilitação ambiental para fechamento de mina depende, não só dos avanços tecnológicos e exigências legais, mas, também, do uso futuro que se pretende dar àquela área. Ressalta-se que o uso futuro também está atrelado ao mercado e à tecnologias.

Os valores estimados para o fechamento das minas, referem-se àquelas cuja a exaustão de suas reservas se dê dentro de vinte anos, data esta validada pela MRDI/AMEC. Serão divulgados os custos de fechamento de mina, para aqueles empreendimentos com previsão de fechamento dentro de vinte anos.

A estimativa de valores do fechamento de mina foi realizada utilizando-se como referência os trabalhos de recuperação de áreas degradadas e fechamento de minas já realizados na CVRD; paralelamente está sendo desenvolvida uma metodologia que padronizará a itemização para o cálculo do fechamento de mina.

A construção dos valores está demonstrada em itens a seguir. Os valores têm como base os gastos que a empresa incorreria se a mina fosse fechada hoje, que são referentes ao custo de reabilitação da área já interferida.

O VPL do fechamento de uma mina, considerando a taxa de desconto a 10,26%^{aa}, apresenta um valor pequeno, quando aplicamos às minas com estimativa de fechamento superior a vinte anos. Assim, só é significativo calcular os custos para fechamento de minas que serão fechadas dentro de vinte anos. Com isto, será apresentado o “valor material” do fechamento de mina (empreendimentos que tem seu fechamento previsto num horizonte menor ou igual a 20 anos).

Aquelas minas que já encerraram suas atividades em anos anteriores a 2003, estão sendo reabilitadas com os recursos da provisão (no valor de R\$68 milhões), constituída em 31 de dezembro de 2001. Esta provisão está relacionada à reabilitação de áreas degradadas em minas já fechadas ou aquelas com expectativa de fechamento para os anos de 2002 e 2003.

Mina	Data de início de operação	Data estimada para exaustão das reservas	Valor Total estimado para Fechamento da Mina (R\$)	Valor Total estimado para Fechamento da Mina (US\$)	Valor Presente Líquido à 10,26% aa (mil US\$)
Manganês - DIMA					
Azul - PA	1986	2016	30.631.827	8.669.467	2.036
Urucum - MS	1976	2017	7.406.568	2.096.218	431
Morro da Mina - MG	2000	2011	13.234.686	3.745.701	1.331
TOTAL			51.273.081	14.511.386	3.798

Demonstração da estimativa do Custo de Fechamento da Mina do Azul

Custo de Fechamento de Mina Mina do Azul

Itens de Atividade	Valor (US\$)
Projetos (conceitual e executivo)	194.462
Revegetação	1.761.901
Drenagem	213.238
Reconformação topográfica	3.947.992
Desmobilização da Infraestrutura	949.000
Monitoramento, Inspeção e Manutenção (4 anos)	
<i>(Repasse reconformação topográfica/drenagem, Manutenção florestal, Monitoramento, Proteção ecossistêmica)</i>	
Ano I	552.716
Ano II	460.596
Ano III	350.053
Ano IV	239.510
TOTAL	8.669.467

(milUS\$)

Cronograma de execução	
2016	194
2017	3.911
2018	2.962
2019	553
2020	461
2021	350
2022	240

Demonstração da estimativa do Custo de Fechamento da Mina de Urucum

Custo de Fechamento de Mina

Mina de Urucum

Itens de Atividade	Valor (US\$)
Projetos (conceitual e executivo)	43.675
Revegetação	273.364
Drenagem	213.238
Reconformação topográfica	842.751
Desmobilização da Infraestrutura	474.500
Monitoramento, Inspeção e Manutenção (4 anos)	
<i>(Repasse reconformação topográfica/drenagem, Manutenção florestal, Monitoramento, Proteção ecossistêmica)</i>	
Ano I	85.756
Ano II	71.463
Ano III	54.312
Ano IV	37.161
TOTAL	2.096.218

(mil US\$)

Cronograma de execução	
2018	44
2019	1.804
2020	86
2021	71
2022	54
2023	37

Demonstração da estimativa do Custo de Fechamento da Mina de Morro da Mina

Custo de Fechamento de Mina	
Mina de Morro da Mina	
Itens de Atividade	Valor (US\$)
Projetos (conceitual e executivo)	59.675
Revegetação	373.508
Drenagem	230.727
Reconformação topográfica	1.352.321
Desmobilização da Infraestrutura	474.500
Monitoramento, Inspeção e Manutenção (4 anos)	
<i>(Repasse reconformação topográfica/drenagem, Manutenção florestal, Monitoramento, Proteção ecossistêmica)</i>	
Ano I	117.171
Ano II	97.642
Ano III	74.208
Ano IV	50.774
Diagnóstico ambiental da Lagoa do Ipê	47.450
Recuperação da Lagoa do Ipê	474.500
Impermeabilização do depósito de resíduos SBEL	113.880
Recuperação de áreas exauridas	279.006
<i>(minas Cachoeira, Fundão, Penedo e Pequiri)</i>	
TOTAL	3.745.361

(milUS\$)

Cronograma de execução	
2012	107
2013	1.886
2014	1.412
2015	117
2016	98
2017	74
2018	51

Demonstração da aplicação da provisão em reabilitação de áreas degradadas em minas com atividades encerradas

Aquelas minas que já encerraram suas atividades, antes do ano de 2003, estão sendo reabilitadas com os recursos da provisão (no valor de R\$ 68 milhões), constituída em 31 de dezembro de 2001. Esta provisão está relacionada à reabilitação de áreas degradadas em minas já fechadas ou aquelas com fechamento previsto para, até, o ano de 2003. Neste âmbito da provisão, no que diz respeito ao fechamento das minas (reabilitação ambiental de minas extintas), seguem-se, adiante, os gastos realizados até fevereiro de 2003.

<i>*Executado até fevereiro de 2003</i>		
PRAD/Fechamento de mina	Valor Total estimado para Fechamento da Mina (US\$)	Total Executado*
Piçarrão	1.698.129	1.322.906
Maria Preta	442.254	237.110
Caeté	976.113	633.138
Riacho Machados	1.450.760	761.646
Almas	396.230	204.742
TOTAL	4.963.487	3.159.542

PRAD da extinta mina de ferro de Piçarrão

A mina de ferro de Piçarrão operou no período de abril de 1976 a setembro de 1985. A partir de então, foram executados alguns pequenos serviços para a sua reabilitação ambiental e, portanto, houve necessidade de elaboração de um programa integral de recuperação ambiental.

Este programa foi iniciado em setembro de 2000, e a sua implantação se encerra em 2003. Em sequência, ter-se-á, 3 anos de manutenção e custeio. A área em recuperação é de 160ha, e localiza-se no município de Nova Era em Minas Gerais.



Foto 1 Imagens "antes (2000) e depois (2002)" da recuperação ambiental de uma grande voçoroca na mina de Piçarrão

Reabilitação da Mina de Piçarrão

	Execução em	Valor (R\$)	Valor (US\$)
Subtotal já realizado	2000 a 2003	4.674.225	1.322.906
<i>Projeto conceitual e executivo</i>			
<i>Revegetação</i>			
<i>Drenagem</i>			
<i>Reconformação Topográfica</i>			
Saldo orçamentário para 2003	2003	105.775	29.937
Contingências para fenômeno de rastejo		650.000	183.964
Custos anuais de manutenção (futuros)			
Ano II	2003	250.000	70.755
Ano III	2004	190.000	53.774
Ano IV	2005	130.000	36.793
Total Reabilitação da Mina de Piçarrão		6.000.000	1.698.129

PRAD da extinta mina de ouro de Maria Preta

A mina de Maria Preta iniciou sua produção em maio de 1990 com lavra a céu aberto e tratamento em uma usina CIP (*carbon in pulp*). Posteriormente parte do minério passou a ser tratado através de lixiviação em pilhas. Em setembro de 1996 a mina foi paralisada, tendo sido produzidos 3563Kg de ouro. É a primeira mina de porte médio, pertencente a uma grande empresa, a encerrar suas atividades no Estado da Bahia. A decisão da desativação foi motivada pela exaustão das reservas minerais de ouro. 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 entre os meses de janeiro a dezembro de 1997.

A estratégia desenvolvida na desativação desta mina foi preventiva. Ela é geralmente implantada após o término das operações mineiras, tendo como finalidade principal evitar que contaminações no solo e aquíferos prejudiquem o meio ambiente.

Os trabalhos de recuperação só foram planejados e iniciados após a sua completa desativação, isto é, durante a sua vida útil (seis anos), nenhum trabalho de recuperação foi realizado, nem sequer foi desenvolvido um plano de desativação.

A implantação do programa de reabilitação ambiental iniciou-se em 2000, e deverá estar concluída em 2003. Em seguida, serão aproximadamente 5 anos entre manutenção e custeio. A área em recuperação é de 81 ha localizada no município de Santa Luz, no Estado da Bahia.

Caracterização da Mina

A Mina de Maria Preta é formada por dois núcleos. O primeiro, chamado de principal, é onde se encontram instalados os escritórios, alojamentos, planta de beneficiamento, tanque de sedimentação, pilhas de minério lixiviado e extinto; bacia de rejeitos, cavas inundadas e secas; pilhas de estéril. Este núcleo principal pertence à Companhia Sisaleira do Brasil (COSIBRA) onde se planta sisal. O segundo núcleo, secundário, distante do núcleo principal, compreende as áreas de lavra Gravatá,

Riacho do Carneiro e Mari (22,0 km), Ambrósio e Lajinha (12,0 km) e Treado (10,0 km), todas estas pertencentes a particulares e com atividades agropastoril.

A seguir, uma descrição resumida das operações e processos que a mina sofreu ao longo do tempo, e a situação atual das áreas de lavra (cavas e pilhas de estéril); áreas de beneficiamento (britagem, moagem, estocagem de produtos químicos, pilhas de lixiviação e de minério extinto e barragem de rejeitos) e áreas de infra-estrutura e obras civis (escritórios, oficinas e estradas).

Área de Lavra

Cavas

A exploração do minério de ouro da Mina de Maria Preta foi realizada através de lavra a céu aberto em bancadas descendentes em forma de cavas. No projeto original, as alturas destas bancadas deveriam ser entre 2,0 m a 5,0 m. Algumas cavas mantiveram as alturas de bancadas do projeto original, outras tiveram variação de suas bancadas entre 10,0 m a 35,0 m de altura. Parte destas cavas apresentam água no seu interior; algumas provenientes de chuvas e três atingiram o lençol freático.

Descrição dos passivos ambientais

São descritas aqui todas as áreas que não foram recuperadas anteriormente e são passíveis de recuperação. Para melhor entendimento, os passivos foram agrupados por áreas, incluindo áreas lavradas (cavas), áreas de disposição de resíduos (pilhas de estéril, pilhas de minério lixiviado extinto e bacia de rejeitos) e por último, área de infra-estrutura e obras civis (estradas e acessos, alojamentos, escritórios, laboratório de ensaios, portaria, paióis, planta de beneficiamento, oficinas, tanque de cianetação, etc.).

Áreas lavradas

As áreas lavradas correspondem às cavas e são em número de 41. Ocupam uma área total de 46 ha, sendo que algumas atingiram o nível do lençol freático,

mantendo-se com lâmina d'água permanente, 3 cavas, correspondendo a um total de 7 ha. As demais encontram-se secas, 38 cavas, ocupando uma área de 39 ha. Todas as cavas, devido à exploração da mina a céu aberto, necessitam, na sua maioria, de tratamento físico com o objetivo de aumentar o grau de segurança de animais e pessoas que venham a circular na área, minimizando a degradação do ambiente. Estas cavas são formadas por rochas bastante fraturadas, diaclasadas e de alto grau de compartimentação, pouco resistentes e se deformam com facilidade, aumentando com isto o risco de desmoronamento dos taludes e a ocorrência de queda de blocos. Para estudo estas cavas foram divididas em dois tipos:

Cavas inundadas São cavas que apresentam profundidade variando entre 13,0 a 30,0 m. Estão inundadas com água proveniente de chuva e lençol freático.



Foto 2 Vista geral da cava antas I (Faz. Maria Preta – CVRD)

Área de disposição de estéril e rejeitos

Pilhas de estéril As pilhas de estéril, localizadas próximas às cavas, na sua maioria, estão praticamente estabilizadas e consolidadas e, em grande parte, revegetadas através de sucessão natural por espécies invasoras que se adaptam facilmente às áreas que foram mineradas. São 40 pilhas ocupando um total de 49 ha.

Pilhas de minério lixiviado e extinto São 9 pilhas com altura variando entre 3,0 m a 20,0 m, ocupando uma área de 26 ha. Elas apresentaram teores de cianeto

residual com valores entre 0,23 a 1,33 ppm no monitoramento realizado em 18/06/97.

Bacia de Rejeito A empresa utilizou medidas para manter a bacia impermeabilizada, evitando a contaminação de solo e mananciais pelo cianeto. Análises preliminares de água (em dois pontos da bacia) mostram concentrações de cianetos menores de que 0,01 mg/l, e dentro dos padrões do CONAMA. Estas concentrações são baixas se comparadas com dados de caracterização físico-química do efluente lançado na bacia (200 mg/l de cianeto total). Esta redução se deve à degradação do cianeto livre e dos complexos ciano-metálicos, de estabilidade moderada, sob condições climáticas favoráveis, ou seja, luz solar, calor, etc. Boa parte da água encontrada na bacia de rejeitos, após a desativação, era proveniente de chuvas. A bacia de rejeito ocupa uma área de 5,41 ha. Os diques de segurança, em número de dois, correspondem a uma área de 0,38 ha.



Foto 3 Vista geral das pilhas de estéril e minério lixiviado extinto e as instalações da Fazenda Maria Preta.

Áreas de infra-estrutura obras civis

Estradas e acessos Foram mantidos trafegáveis, até porque para a recuperação das áreas, quer sejam do núcleo principal, quer do secundário, os acessos são importantes para se atingi-las.

Obras civis. Na mina ficaram as estruturas de fundação da planta de beneficiamento e os tanques de cianetação que foram construídos no solo. Estão sendo mantidas em estado regular todas as instalações civis.

Equipamentos. Os equipamentos de cominuição e classificação, tanques e colunas e tanques de estocagem de produtos químicos foram deslocados para outras unidades da empresa conforme interesse da mesma.

A seguir fotos das instalações de beneficiamento.



Foto 4 Vista geral das instalações de britagem

Destinação futura da área da mina

O plano de fechamento indica os usos pretendidos para as áreas afetadas pela mina.

Áreas lavradas

1. Cavas secas deverão ser “revegetadas para conformar um mosaico florestal, ajudando na preservação, restauração de hábitat para a fauna e na própria constituição da Reserva Legal (Código Federal)”. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001);
2. Cavas inundadas deverão ser utilizadas para “armazenamento d’água”. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001);

Áreas de disposição de resíduos

1. Pilhas de estéril juntamente “serão revegetadas para conformar um mosaico florestal, ajudando na preservação, restauração de habitats para a fauna e na própria constituição da Reserva Legal (Código Federal)”. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001);
2. Pilhas de minério lixiviado extinto e bacia de rejeitos “deverão permanecer vedadas a qualquer utilização pelo prazo mínimo do monitoramento, até que as análises (solo, água) comprovem seu estado conveniente para a revegetação”. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001)
3. “Nas áreas situadas no núcleo principal, pertencentes a COSIBRA, vêm sendo desenvolvidos largos plantios de sisal, estando ausentes maiores aptidões da microrregião para uma agricultura que não se associe a convivência com as secas (clima semi-árido e solos rasos), depreende-se que a utilização futura das áreas converge para a expansão e produção sisaleira, inclusive o que inspira a forte conotação social”. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001)

Não são apresentados no plano de fechamento os destinos finais das obras civis, nem das cavas situadas no núcleo secundário em áreas com vocação agropastoril, nem as bacias de rejeitos.

Plano de desmontagem e recuperação ambiental

O plano de recuperação ambiental para as áreas da empresa foi definido da seguinte maneira: para cada item de passivo ambiental foram indicadas etapas para a sua recuperação. Em seguida, são descritas as áreas a serem recuperadas e as etapas de recuperação.

O plano de desmontagem dos equipamentos e obras civis desta mina não está contido no plano de fechamento, sendo apenas citado que “a desmontagem dos equipamentos foi executada, sendo os mesmos enviados para a unidade de Fazenda Brasileiro e outras unidades da CVRD”, (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001).

Remoção da cobertura vegetal, decapeamento e armazenagem da camada de solo fértil no entorno das cavas - A remoção da cobertura vegetal no entorno da cava é para a “retirada de vegetação oportunista que a invadiu quando da sua paralisação e preparação das bordas da cava para um posterior desmonte. O material decapeado será armazenado e colocado posteriormente, juntamente com terra vegetal quando da revegetação da cava e de suas bancadas” (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001).

Perfuração e desmonte para o retaludamento da cava – O desmonte destas cavas terão as seguintes características: “as alturas finais devem variar de 10,0 a 14,0 m, com inclinações de 80º e largura de bermas de 5,0 m. O material proveniente deste desmonte será depositado no fundo da cava, com isto, além de diminuir a altura da bancada, haverá também uma diminuição da profundidade da cava. A utilização de bancadas menores que 10,0 m implicaria em um maior número de desmontes, contribuindo para aumentar o diâmetro da cava e conseqüentemente para o aumento nos custos de recuperação. Da mesma forma que a retomada das pilhas de estéril para o enchimento destas cavas também elevaria o custo de recuperação uma vez que a quantidade de equipamentos envolvidos seria bem maior (tratores, carregadeiras e caminhões, dentre outros)”. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001).

Instalação de drenagens superficiais - “Permanecerão com seus taludes e bancadas, sendo apenas construído na sua superfície drenagens, que servirão de proteção aos taludes e de coleta de água para o seu interior, com isto estas cavas funcionarão como reservatórios de água para a região. Nestas cavas não haverá retaludamento através de desmonte, apesar de algumas apresentarem taludes bastante altos, devido à possibilidade de assoreamento destas”. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001).

Tratamento da superfície final - Esta etapa consiste no preparo das superfícies para a revegetação, devendo envolver: a) Limpeza das áreas – “consiste na retirada de todo e qualquer equipamento, maquinário ou restos de materiais inservíveis das áreas a serem trabalhadas”; b) Colocação de camada fértil de solo – “consiste na disposição e espalhamento de material decapeado (primeiros 30 cm) e estocado, sobre a superfície de áreas onde este solo esteja ausente”. Esta atividade encontra-se programada, em especial, para o recobrimento das bermas a serem abertas por ocasião dos desmontes, que deverão se realizar junto a algumas cavas. Havendo mais

algum material estéril decapeado, (material de subsolo) este poderá ser aproveitado também no recobrimento das áreas colocando-se o solo mais fértil por último. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001).

Tratamentos das superfícies das pilhas de estéril minério lixiviado extintos bacia de rejeitos - “Como não houve armazenamento anterior da camada fértil do solo antes da formação das pilhas (estéreis e minérios lixiviados) e da bacia, este solo deverá sofrer correção de fertilidade e se necessário colocação de camada fértil. Se a opção for pela utilização da bacia como reservatório de água, não será necessário qualquer tratamento prévio”. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001).

Revegetação - Os processos de revegetação a serem utilizados na mina são: a) Plantio de mudas – “mais indicado quando se deseja resultados mais rápidos na recuperação, trabalhando-se com espécies vegetais de porte arbustivo/arbóreo”. “Consiste na distribuição e no plantio das mudas em covas espaçadas e sem alinhamento. É indicado para o estabelecimento da faixa de vegetação arbórea no entorno das cavas e da bacia de sedimentação e para a cobertura das pilhas de estéril”; b) Semeadura Direta – “melhor se aplica quando se trabalha com espécies menos adequadas à produção de mudas - gramíneas e herbáceas (próprias para recobrimento de solos - adensamento), ainda que também possa ser adotado para o cultivo de espécies arbustivas/arbóreas”. “Consiste na distribuição manual (a lanço), das sementes sobre o solo (em mistura de várias espécies ou solteiras) e seu enterrio superficial. É indicado para a revegetação das bermas e interior das cavas e bacia de rejeito”. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001).

Isolamento das bordas das cavas - “Este isolamento tem a finalidade de evitar que os animais criados extensivamente caiam nas cavas. Em um primeiro momento as rampas de acesso às cavas também devem ser fechadas para prevenir o pastoreio até que as espécies plantadas estejam crescidas. Após esta fase as rampas de acesso podem ser abertas para que os moradores da região tenham acesso à água ali existente”. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001).

Medidas de segurança e sinalização - “A bacia de rejeitos e as pilhas de minério lixiviados extinto deverão ser sinalizadas nas suas imediações com respeito a sua destinação anterior. Esta sinalização deverá ser feita de forma clara e em todas as vias de acesso a área da barragem. Com relação à segurança, a barragem de rejeito se

manterá cercada em todos os seus limites, impossibilitando, de forma ocasional, o acesso de pessoas ou animais ao seu interior. Esta medida deverá ser bastante criteriosa durante a etapa de revegetação e, se for o caso, após o monitoramento”. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001).

Monitoramento – O plano de fechamento prevê um monitoramento durante 5 (cinco) anos em pontos de amostragem e parâmetros previamente definidos para água e solo.

Manutenção - “Admite-se um período mínimo da ordem de 5 (cinco) meses, envolvendo o cuidado que se deve ter após o plantio, tais como: replantio, roçados manuais, de coroamento, irrigação, controle de doença e praga, limpeza de drenagens, não permitir pastoreio e observar sintomas de deficiência nutricional e toxidez das plantas por excesso de alguns elementos”. (HISA, 1997 apud Oliveira Júnior, 2001).

Custos de projeto

A implantação de um projeto de recuperação ambiental de uma mina após o seu fechamento, é mais dispendiosa do que se fosse executada paulatinamente, pela multiplicidade de operações, uma vez que se 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 agrícolas (sementes, mudas, viveiros, corretivos de solos e adubos, etc.) e análises químicas na etapa de monitoramento.

Como a Mina Maria Preta está fechada e não existem equipamentos trabalhando na área, foram tomados preços de serviços envolvendo desmonte, transporte e terraplenagem disponíveis no mercado. Desta forma, a utilização de equipamentos, o custo-de-mão de obra com operadores, bem como o custo de explosivos, foram incluídos no valor dos serviços.

O cronograma físico previa o término dos trabalhos de recuperação em três anos, após a conclusão de todas as etapas desenvolvidas no plano de desmontagem e

recuperação ambiental. O único trabalho a ser continuado até o fim dos cinco anos previstos era o monitoramento. Oliveira Júnior (2001).

Cavas secas com desmonte – a estratégia adotada para o desmonte das cavas de grande profundidade foi o de retirar “fatias” destas cavas, considerando alguns critérios descritos a seguir para calcular os custos com desmonte, limpeza e terraplanagem: a) Delimitaram-se as áreas a serem desmontadas nos mapas topográficos atualizados pela topografia e sugeriram-se dois tipos de desmonte, chamados de “desmonte padrão”. O primeiro, com altura de 10,0 m, será realizado por marteletes montados em esteiras “rock”, com diâmetro de 2” a 3”, afastamento entre as linhas de 2 m (3 linhas) e espaçamento dos furos, da mesma linha, de 4 m. A inclinação dos furos é de 10° e o volume padrão desmontado de 1.200 m³ por fogo. O segundo “desmonte padrão” é semelhante ao anterior, mudando-se a altura da bancada para 14 m e, conseqüentemente, o volume a ser desmontado será de 1.680 m³ por fogo. Cada desmonte totaliza 15 furos; em seguida foi calculado o volume a ser desmontado em cada cava, este foi dividido pelo volume do “desmonte padrão”, para se obter o número de fogos a serem executados em cada cava.

A princípio, o trabalho deveria ser executado pela própria CVRD utilizando os seus equipamentos. Desta forma, o custo com o desmonte de 1,0 m³, praticado pela CVRD, é de R\$ 0,10. Todo material desmontado deveria ser depositado no fundo da cava. Para essa operação, recomendou-se a utilização de trator de esteiras do tipo D6 ou equivalente. O tempo necessário para limpeza de um “desmonte padrão” foi estimado em 2 horas. O custo horário de tratores pela CVRD foi de R\$ 51,00. Para efeito de orçamento, considerou-se o tempo de terraplenagem (uniformização do material desmontado no fundo da cava), manobras e manutenção do equipamento como o triplo do tempo de limpeza do fogo padrão, isto é, 6 horas. Em anexo, os quadros 5-8 e 5-9 com os cálculos dos valores orçados para a recuperação das cavas com desmonte. Os valores somavam R\$ 75.802,00.

Pilhas de estéril - Os custos com as pilhas de estéril estão ligados ao espalhamento de material sobre o topo da mesma. Para a terraplanagem das pilhas de estéril, foi considerado um tempo médio de 9 h, uma vez que o material depositado (minério marginal) apresentava-se consolidado, havendo necessidade de várias passagens com o trator para deixar a superfície com a elevação correta. O

equipamento utilizado deverá ser o trator D4, com um custo horário médio de R\$ 27,00 incluindo operador e combustível (preço da CVRD). Este custo foi calculado multiplicando o número de pilhas com material que será terraplenado pela quantidade de horas (9 h) e pelos custos horários (R\$ 27,00), perfazendo um total R\$ 3.645,00.

Drenagens - Para definição dos custos do sistema de drenagem, foi feito o levantamento em planta do perímetro das áreas onde está prevista a implantação de valetas - $L = 6.072$ m, em seguida a seção transversal da valeta, multiplicando-se pela extensão. Este valor foi multiplicado pelo custo do metro cúbico de escavação mecanizada em solo de qualquer natureza incluindo regularização do terreno - R\$ 2,17 (este valor inclui utilização de equipamentos, insumos, mão-de-obra e encargos sociais). (Dados calculados pela HISA Engenharia S.A. Total: R\$ 1.600,00.)

Revegetação - Definiu-se, inicialmente, os totais de área a serem trabalhadas, de acordo com os processos de revegetação adotados:

Plantio de mudas – áreas total de 96,03 ha distribuídas da seguinte maneira:

Entorno (borda) das cavas - 52,64 ha;

Entorno (borda) bacia de sedimentação - 2,64 ha;

Pilhas de estéreis - 24,69 ha;

Pilhas de minério lixiviado extinto - 16,06 ha.

Semeadura direta – área total de 20,77 ha.

Interior de Cavas - 20,77 ha;

Bermas (originárias das operações de desmonte) - 0,23 ha;

DISCRIMINAÇÃO	ÁREA (ha)	SERVIÇOS (R\$)	INSUMOS (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)	CUSTO/ha (R\$)
Plantio de Mudas	96,03	22.383,90	57.720,00	80.103,90	834,15
Semeadura Direta	21,00	870,45	341,76	1.212,21	57,72
TOTAL	117,03	22.254,35	58.061,76	81.316,11	694,83

Fonte: Oliveira Júnior (2001)

Tabela 10 Síntese dos custos de revegetação

Fechamento da área e sinalização - Para definição do custo de fechamento de área, foi feito levantamento em planta do perímetro das cavas a serem revegetadas e das áreas de beneficiamento que deverão ser isoladas - $L = 21.000$ m. em seguida, esse valor foi multiplicado pelo custo do metro linear para implantação da cerca - R\$ 0,90/m (este valor inclui insumos, equipamentos, mão-de-obra e encargos sociais). Total R\$ 18.900,00. Para a sinalização, foi prevista a implantação de 27 placas com as seguintes dimensões: 2 m x 1 m. O custo por placa, incluindo fornecimento e assentamento, foi de R\$ 130,00. Total R\$ 3.510,00. Total geral R\$ 22.410,00

Monitoramento - A estimativa de custo na área de beneficiamento está relacionada com o monitoramento (pessoal envolvido na amostragem e custo de análises). Para esta avaliação, estimou-se como tempo necessário para cada campanha de amostragem um período de 3 dias com turnos de 8 horas. O monitoramento deverá ser realizado durante 5 anos, em intervalos de cerca de 4 meses. Assim sendo, está prevista a realização de 15 campanhas de monitoramento, mais uma a ser realizada no início das atividades de recuperação. Foi acrescido a este custo o gasto realizado com o monitoramento no ano de 1997. As amostras de solo e água, coletadas na área, foram enviadas aos laboratórios de entidades de pesquisa para análise com base nos parâmetros descritos no item Monitoramento. No quadro estão sintetizados os custos com monitoramento durante 5 anos.

DISCRIMINAÇÃO	VALOR POR CAMPANHA (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
Mão de Obra	204.90	3.278.40
Análises	2.591.61	41.465.76
Total	2.796.51	44.744.16

Fonte: Oliveira Júnior (2001)

Tabela 11 Síntese dos custos com monitoramento

Execução dos trabalhos

Os trabalhos de recuperação das áreas degradadas na Fazenda Maria Preta foram iniciados em 1998. Em princípio, nas áreas do núcleo secundário, devido ao fato de não haver um acerto a respeito dos “royalties” a serem pagos pela CVRD a COSIBRA. A recuperação do núcleo secundário foi concluída em 2000, estas áreas

apresentam uma revegetação incipiente devido ao clima da região e à escassez de chuvas na região. O núcleo principal começou a recuperação da sua área este ano, tendo sido concluídos os trabalhos de demolição dos paióis e alojamentos de empresas terceirizadas e de terraplenagem das áreas da planta de beneficiamento e algumas cavas. Nos trabalhos do núcleo principal só faltam a revegetação uma vez que só se pode iniciar o plantio de espécies em período de chuvas. Com isso, nem sempre quando se termina a reconformação das cavas pode-se iniciar a revegetação.



Foto 5 Imagens "antes (1997)" e "depois (2002)" da reconformação e revegetação no Lago de Rejeito de Maria Preta

Reabilitação da Mina de Maria Preta

	Execução em	Valor (R\$)	Valor (US\$)
Subtotal já realizado	2001 a 2003	837.708	237.090
<i>Projeto conceitual e executivo</i>			
<i>Revegetação</i>			
<i>Drenagem</i>			
<i>Reconformação Topográfica</i>			
Saldo orçamentário para 2003	2003	444.909	125.919
Custos anuais de manutenção (futuros)			
Ano I	2004	100.000	28.302
Ano II	2005	80.000	22.642
Ano III	2006	50.000	14.151
Ano IV	2007	50.000	14.151
Total Reabilitação da Mina de Maria Preta		1.562.617	442.254

PRAD da extinta mina de ouro de Caeté

A mina de Caeté, operou de junho de 1996 a 2001, em lavra a céu aberto, com o minério sendo tratado através de lixiviação em pilhas. Foram movimentadas 1.359.000 t de minério, 10.700.882 t de estéril, com uma produção de 2.110 Kg de ouro.

A Reabilitação da mina de Caeté foi iniciada em 2002, e a sua implantação ainda se estenderá ao longo do ano de 2003. Nos 5 anos subsequentes serão realizadas manutenções nos 79 ha que foram reabilitados nos municípios de Caeté e Santa Bárbara em Minas Gerais.



Foto 6 Imagens "antes (2001) e depois (2003)" da reabilitação ambiental em taludes na mina de Caeté

Reabilitação da Mina de Caeté

	Execução em	Valor (R\$)	Valor (US\$)
Subtotal já realizado	2002 e 2003	2.237.065	633.138
<i>Projeto conceitual e executivo</i>			
<i>Revegetação</i>			
<i>Drenagem</i>			
<i>Reconformação Topográfica</i>			
Saldo orçamentário para 2003	2003	341.835	96.747
Custos anuais de manutenção (futuros)			
Ano I	2004	300.000	84.906
Ano II	2005	250.000	70.755
Ano III	2006	190.000	53.774
Ano IV	2007	130.000	36.793
Total Reabilitação da Mina de Caeté		3.448.900	976.113

PRAD da extinta mina de ouro de Riacho dos Machados

A mina de Riacho dos Machados iniciou suas atividades em 1989 e encerrou em 1997. O minério foi tratado por lixiviação em pilhas (HL). Neste período foram movimentados 3.220.000 t de minério, 6.878.739 t de estéril e produzidos 4.825 Kg de ouro. A implantação do PRAD se concentrou no ano de 2002, e nos próximos anos serão realizadas manutenções. Foram 60ha recuperados em Riacho dos Machados, situado no Estado de Minas Gerais.



Foto 7 Áreas em reabilitação (2002 e 2003) na mina de Riacho dos Machados

Reabilitação da Mina de Riacho dos Machados

	Execução em	Valor (R\$)	Valor (US\$)
Subtotal já realizado	2002 e 2003	2.691.124	761.646
<i>Projeto conceitual e executivo</i>			
<i>Revegetação</i>			
<i>Drenagem</i>			
<i>Reconformação Topográfica</i>			
Saldo orçamentário para 2003	2003	1.564.847	442.885
Custos anuais de manutenção (futuros)			
Ano I	2004	300.000	84.906
Ano II	2005	250.000	70.755
Ano III	2006	190.000	53.774
Ano IV	2007	130.000	36.793
Total Reabilitação da Mina de Riacho dos Machados		5.125.971	1.450.760

PRAD da extinta mina de ouro de Almas

A mina de Almas, localizada no Município de Almas, Estado do Tocantins, iniciou suas atividades operacionais em junho de 1996, encerrando-as em março de 2001. Neste período foram produzidos 2.699 Kg de ouro, tendo sido lavrados e processados, 1.604.000 t de minério e 3.335.000 t de estéril. A mina foi explorada a céu aberto, sendo o minério beneficiado através de lixiviação em pilhas. A implantação do programa de reabilitação foi iniciada em 2001, e finalizada em 2002, com revegetação de 42 ha.



Foto 8 Imagens ANTES: (2001) Tanques de lixiviação, com a Planta em fase final de operação e DEPOIS: (2002) Área toda coberta com material das pilhas lixiviadas e com uma camada de 50 cm de solo para viabilizar a vegetação.

Reabilitação da Mina de Almas

	Execução em	Valor (R\$)	Valor (US\$)
Subtotal já realizado	2001 a 2003	723.414	204.742
Projeto conceitual e executivo			
Revegetação			
Drenagem			
Reconformação Topográfica			
Saldo orçamentário para 2003	2003	276.586	78.280
Custos anuais de manutenção (futuros)			
Ano I	2004	150.000	42.453
Ano II	2005	120.000	33.963
Ano III	2006	90.000	25.472
Ano IV	2007	40.000	11.321
Total Reabilitação da Mina de Almas		1.400.000	396.230

PRAD da mina de ouro de Fazenda Brasileiro

A mina de ouro de Fazenda Brasileiro está localizada a 260 km de Salvador, no município de Teofilândia.

A extração do ouro é feita através de lavra a céu aberto (bancadas) e lavra subterrânea (subnível por abatimento).

Áreas paralisadas ou desativadas

Atualmente, está em andamento a recuperação ambiental de duas cavas desativadas, uma através de enchimento com estéril da mina subterrânea e outra com para armazenamento de água para a utilização no beneficiamento e na rega de áreas a serem recuperadas. A água proveniente da mina subterrânea é bombeada para uma represa intermediária antes de ser retomada por outras bombas até a cava onde fica armazenada para o uso descrito anteriormente.



Foto 9 Vista geral da cava inundada com água proveniente da mina subterrânea (Mina Fazenda Brasileiro - CVRD).

Outras minas em processo de recuperação ambiental



Foto 10 Escada de drenagem construída na Mina de Manganês do Fundão – SMM – Nazareno/MG durante processo de recuperação ambiental.



Foto 11 Vista aérea da Mina de Águas Claras em processo de fechamento (MBR – Belo Horizonte/MG)



Foto 12 Vista geral da cava de Águas Claras (MBR – Belo Horizonte/MG)



Foto 13 Vista geral da barragem de rejeitos da Mina de Águas Claras (MBR – Belo Horizonte/MG)

7. PANORAMA ATUAL E TENDÊNCIAS DO FECHAMENTO DE MINAS NAS AMÉRICAS

7.1 Introdução

As estruturas legais e institucionais dos Estados Unidos para gerenciar o fechamento de minas e a reabilitação de áreas de mineração têm evoluído significativamente nos últimos vinte e cinco anos como resposta às mudanças de expectativa da sociedade, do governo e da indústria. Quando a sociedade se conscientizou acerca dos impactos potencialmente negativos da mineração sobre o meio ambiente, começou a cobrar do governo uma regulamentação para as atividades de mineração que estimulasse práticas compatíveis com a preservação do meio ambiente. O presente item vai examinar rapidamente a regulamentação e a estrutura institucional que os governos do Canadá e dos Estados Unidos têm adotado para assegurar a reabilitação de áreas de mineração.

7.2 América do Norte

Questões Fundamentais

O que é Reabilitação? A resposta para esta questão tem evoluído consideravelmente nos últimos trinta anos. Inicialmente a reabilitação era vista como uma forma de assegurar a saúde e segurança humana no fechamento de minas (p.e., segurança das minas subterrâneas). Ainda se preocupando com estas questões, o processo de reabilitação atualmente está também voltado para a proteção ambiental e recuperação das áreas afetadas pela mineração. Para atender estes novos objetivos, o Canadá e os Estados Unidos têm elaborado uma série de leis destinadas a instituir procedimentos e mecanismos de fiscalização de acordo com as respostas que se espera da reabilitação.

De uma maneira geral, as leis referentes ao fechamento de minas e reabilitação no Canadá e Estados Unidos, são bastante similares (Roberts, Veiga e Peiter, 2000). Estas similaridades podem ser observadas nos seguintes tópicos:

Regulamentação. Em ambos os países a regulamentação sobre fechamento de minas e reabilitação não é específica, mas faz parte de outros atos legislativos aplicados à mineração. Ambos os países também reconhecem em lei o envolvimento de vários órgãos governamentais na regulamentação das atividades de reabilitação da indústria mineral.

Procedimentos. Em reconhecimento à natureza dinâmica da indústria mineral, ambos os países têm adotado uma estrutura reguladora que aceita a necessidade de participação de vários ministérios. Esta participação é vista como uma alternativa preferível a uma abordagem altamente centralizada, de “comando e controle” para a reabilitação de áreas de mineração. De acordo com as regulamentações atuais as companhias mineradoras devem primeiro submeter um plano de reabilitação, ao nível de engenharia conceitual, antes de terem permissão para começar as operações de mineração. Muitas leis possuem um dispositivo simples para permitir a companhia alterar o plano de fechamento quando as operações de mineração inevitavelmente ultrapassam o prazo previsto.

Fiscalização. Para se ter certeza de que fundos disponíveis são suficientes para conduzir um plano de fechamento, todas as jurisdições canadenses e muitas dos Estados Unidos solicitam às empresas alguma forma de garantia financeira. Esta garantia pode ser tanto na forma de títulos para reabilitação ou algum outro tipo de instrumento financeiro, e é destinada apenas a assegurar o cumprimento dos objetivos do plano de fechamento. Deve ser lembrado que a lei não tem a intenção de que estes títulos sejam calculados baseados em todas as obrigações financeiras que uma empresa pode ter com o fechamento de uma mina. Durante o curso da reabilitação, a empresa é solicitada a relatar (normalmente a cada ano) o seu progresso ao órgão de governo competente. Suplementando estes relatórios, os inspetores do governo estão encarregados de fiscalizar a área de mineração. Estas inspeções têm o propósito, em parte, de confirmar a exatidão do relatório da empresa, e identificar qualquer coisa que possa afetar a habilidade da companhia em cumprir suas obrigações de reabilitação. Em muitas jurisdições há provisões na lei para o não cumprimento.

O Modelo dos EUA

Como um resultado de suas heranças políticas e de sua longa história de mineração, os Estados Unidos têm adotado um tratamento descentralizado para a regulamentação da reabilitação de áreas de mineração. Este tratamento faz com que as leis e instituições americanas responsáveis pela reabilitação de áreas de mineração de carvão sejam radicalmente diferentes daquelas que tratam de áreas de pedreira. Sem tecer comentário sobre as razões políticas para este tratamento diferenciado, é importante que se reconheça as diferenças entre estes dois tipos de empreendimento mineral. Quando foi promulgado em 1977, o Surface Mining Control and Reclamation Act (SMCRA) estabeleceu uma série nacional de requisitos à nível nacional para reabilitação de áreas de mineração de carvão. Por conta do seu conteúdo, o SMCRA é considerado uma lei altamente minuciosa da legislação ambiental. Seu conteúdo não só determina os objetivos exatos de um projeto de reabilitação, como também especifica detalhadamente os requerimentos para implantação, manutenção e reabilitação final de uma área de mineração.

De acordo com esta lei, a competência federal para fiscalizar pode ser delegada ao nível estadual desde que fique comprovado que a legislação estadual é mais restritiva que a federal. Mesmo naqueles casos onde o governo estadual assumiu a responsabilidade de fiscalização da reabilitação de minas de carvão, o SMCRA ainda dá o direito ao governo federal de monitorar as operações estaduais. Se o governo estadual falhar em sua tarefa o Poder Federal reassume a competência de fiscalização.

O SMCRA é geralmente considerado, tanto pelo governo como pela indústria, como uma lei altamente eficiente, entretanto há aspectos do Ato que limitam sua plena utilização como um modelo para outras jurisdições. A aplicação deste Ato é considerada dispendiosa. Como a maior parte da produção de carvão dos EUA é consumida por empresas geradoras de energia locais, os custos adicionais relativos à aplicação do Ato podem ser prontamente repassadas para o consumidor. No caso de um bem cujo preço é fixado num mercado global (i.e., cobre e ouro) tais custos adicionais de produção devem ser arcados pela empresa. Como os preços destes bens podem cair, isto pode ameaçar a habilidade de algumas empresas de se

manterem lucrativas. O Ato também pode não ser apropriado para situações que requerem a interferência por parte do poder fiscalizador.

Os regulamentos para reabilitação de áreas de pedreira, mineração de areia e argila são completamente diferentes desta regulamentação federal específica para reabilitação de áreas de mineração de carvão. Nos EUA a responsabilidade pela regulamentação da indústria mineral, afora o carvão, é estadual. Devido as diferenças das políticas locais, alguns estados possuem uma forte regulamentação sobre o tema enquanto outros não promulgaram nenhuma lei específica sobre reabilitação de áreas mineradas. O resultado desta diversidade é um quadro de leis que variam muito em termos da demanda de cada estado em relação ao tema.

Operando num mercado global, as empresas de mineração devem controlar ativamente seus custos de produção para permanecerem competitivas. Vista nesta ótica, a indústria mineral nos EUA tem constantemente lutado contra aqueles que advogam por regulamentação mais rigorosa para a indústria. Os membros mais pró-ativos do setor mineral têm de fato chamado a si a tarefa de adoção de uma abordagem mais sustentável à reabilitação de minas. Através de um levantamento voluntário dos obstáculos à reabilitação, a indústria espera antecipar-se aos esforços dos ambientalistas em pressionar o governo federal na adoção à nível nacional de uma legislação para fechamento de minas e reabilitação semelhante ao SMCRA.

Se fosse estabelecida uma legislação à nível nacional sobre reabilitação de áreas de mineração, afora o carvão, esta se depararia com a dificuldade de lidar com diversos tipos de empreendimentos do setor mineral. Pedreiras, mineração de areia e argila e garimpos são fundamentalmente diferentes em termos de métodos de lavra, produtos gerados, escala de operações, impactos ambientais provocados, e procedimentos de reabilitação. Por isso os governos têm que escolher entre instituir uma série de leis sobre reabilitação que atendam as demandas de cada subsetor do setor mineral, ou adotar um sistema único que possa resolver os problemas da reabilitação utilizando um único instrumento que pode não ser muito eficaz. Atualmente nos EUA, somente o estado do Arizona mantém um sistema único para tratar das questões de licenciamento e reabilitação de áreas de mineração. Todos os outros estados tem adotado, em graus diferentes, sistemas múltiplos de licenciamento e reabilitação com base nos diferentes tipos de empreendimento de mineração.

O Modelo Canadense

No Canadá, o gerenciamento da atividade de mineração é de competência exclusiva das Províncias. Portanto, não existe uma lei de mineração canadense que seja comparável ao SMCRA. A postura do Canadá é similar à dos EUA em relação à competência estadual para desenvolver políticas e regulamentos que ditem como as áreas de mineração devem ser reabilitadas dentro de suas jurisdições. Historicamente as leis têm sido feitas de uma forma que as autoridades fiscalizadoras possuem um grande poder de interpretação da legislação. (Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

Como nos Estados Unidos, as leis federais canadenses também têm um importante papel indireto na reabilitação de áreas mineradas. O Canadian Environmental Assessment Act (CEAA), o Canadian Environmental Protection Act (CEPA) e o Fisheries Act podem não só ser aplicados na fase de operação da mina, como também podem ser usados na ocasião em que as áreas mineradas têm que ser reabilitadas, indicando as medidas a serem tomadas.

Como parte das discussões em andamento sobre a redistribuição do poder político no Canadá, os governos provinciais e federal têm concordado quanto à necessidade de perseguir um processo que conduziria à uma modernização das regulamentações existentes que governam o setor mineral (Roberts, Veiga e Peiter, 2000). Foi obtido consenso entre as partes para mudar os estatutos legais existentes nos seguintes pontos:

1. A necessidade de criar oportunidades para aumentar a eficiência e efetividade da regulamentação destinada a alcançar os objetivos de proteção ambiental.
2. A necessidade de melhor comunicação e cooperação dentre e entre os governos, indústrias, grupos ambientais e povos das primeiras nações.
3. A necessidade de melhor coordenação dentro e entre as jurisdições.
4. A necessidade de esclarecer as responsabilidades e os requisitos para avaliação ambiental, compensação de habitat de peixes, e para as fases de licenciamento.
5. A necessidade de informações relevantes e facilmente acessíveis.

6. A necessidade de maior transparência na tomada de decisões.
7. A necessidade de conhecer o papel das abordagens não regulatórias (acordos de desempenho ambiental, memorandos de entendimento, códigos de prática, diretrizes etc.) no atendimento aos objetivos de gerenciamento ambiental.

Estas mudanças refletem uma evolução de uma abordagem administrativa altamente centralizada no gerenciamento de recursos para uma abordagem que prevê uma necessidade maior de cooperação entre governo e indústria. O Governo de Ontario, em particular, tem demonstrado seu desejo de reeditar suas leis de reabilitação para diminuir os custos que os títulos de fechamento têm representado no balanço das empresas.

Áreas de mineração abandonadas

Tanto no Canadá como nos EUA tem sido feito um esforço para lidar com os problemas das áreas de mineração abandonadas (AMAs). As leis sobre propriedade superficial e mineral são inerentemente complexas, e tornam difícil institucionalmente a solução dos problemas envolvidos na reabilitação de AMAs. A identificação dos proprietários de AMAs é lenta e dispendiosa, e pode ser que mesmos que estes sejam localizados, eles podem não possuir recursos para reabilitar a área. Outros problemas relacionados ao tema incluem a necessidade de instituição de fundos para as atividades de reabilitação no futuro (na falta de uma apropriada solução definitiva), e a questão da responsabilidade futura imposta à terceira parte que irá reabilitar estes locais. Apesar da existência de leis em ambos os países que considerem a responsabilidade pela disposição de substâncias tóxicas retroativa e sem limite de prazo. Isso significa que o atual proprietário é responsável pelo local perpetuamente, mesmo se este não participou das operações da mina. O efeito da lei sobre terceiros que trabalhem com a reabilitação de uma AMA, torna esta atividade de alto risco. Devido a este incompreensível aspecto da lei, tem havido discussões entre os vários níveis de governo e a indústria sobre qual a melhor forma de alterar a legislação para incluir uma cláusula de "bom samaritano".

Tendências futuras

Predizer o futuro ainda é inerentemente difícil, entretanto, pode-se com precaução, especular sobre o futuro das regulamentações de reabilitação observando-se a trajetória que esta regulamentação vem trilhando. Começando com uma forte preocupação por questões de saúde humana e segurança, as regulamentações têm evoluído através do tempo para dar uma mesma ênfase à atual preservação dos valores ambientais. Esta evolução é uma resposta à elevação da consciência pública em relação à preocupação sobre questões relacionadas ao meio ambiente. Parece improvável que esta tendência seja revertida a curto e médio prazo.

Apesar de ser reconhecido que a ênfase dada atualmente na proteção ambiental vai continuar, algumas mudanças recentes no clima político no Canadá e nos EUA sugerem que outras mudanças importantes irão acontecer. Num esforço para combater os altos déficits governamentais, ambos os países têm adotado uma série de medidas fiscais dirigidas a reduzir seu envolvimento direto na economia. No Canadá, o resultado desta política tem levado a um afastamento gradual de um regime regulatório centralizado para um que supre a indústria com muito mais flexibilidade nos meios que usa para atingir os extensos objetivos da política governamental. Como um resultado destas mudanças na legislação parece que no futuro a atuação dos inspetores governamentais irá mudar de pró-ativa para reativa.

Enquanto alguns atores da indústria se esforçam para cortar custos num esforço para aumentar sua relativa vantagem competitiva, as grandes companhias têm, ao menos publicamente, se comprometido com o princípio do gerenciamento ambiental. O que é mais preocupante é como as médias e pequenas empresas de mineração responderão à regulamentação menos restritivas.

É mais difícil prever como será o curso futuro das regulamentações de reabilitação de minas nos EUA. Enquanto o SMCRA é visto por todos como uma regulamentação altamente efetiva, é improvável que seja usada como um modelo para futuras regulamentações direcionadas à reabilitação de áreas de pedreiras. O SMCRA é caro para administrar, e diferentemente da indústria carbonífera dos EUA, estes custos não podem ser facilmente repassados ao consumidor em outros sub-setores do setor mineral. Além disso há importantes diferenças no clima político de

hoje que torna a cópia do SMCRA altamente improvável. Um cenário mais provável no futuro será a da continuação da abordagem multiparticipativa adotada pelos estados para fortalecer sua legislação sobre reabilitação.

Isto significa que os EUA continuarão tendo uma colcha de retalhos de leis variando a efetividade e a severidade do tratamento dado à reabilitação de áreas de pedreiras. Na ausência de quaisquer leis padronizadas específicas para reabilitação, será dada ênfase ao papel da indústria mineral em desenvolver e seguir as melhores práticas de gerenciamento para que a situação existente melhore substancialmente.

Uma área onde futuramente deverá ocorrer alterações é na legislação relacionada à Áreas de Mineração Abandonadas. Não há muita utilidade em criar leis que limitem a poluição de áreas de minas atuais se nada é feito para tratar a poluição de áreas mineradas no passado. Como e quando estas leis terão efeito é fonte de muita especulação, mas este é um assunto que provavelmente será tratado.

7.3 América Latina

Nos países estudados da América Latina dentro do âmbito deste projeto, as instituições governamentais ligadas aos processos de fechamento de minas e reabilitação podem ser tanto os órgãos ambientais como os órgãos de mineração. Geralmente a formulação de políticas e a regulamentação ficam a cargo federal e o controle e fiscalização são de competência comum à União, estados e municípios, dependendo da abrangência do projeto.

Embora a legislação mineral da maioria destes países faça normalmente referências de uma maneira geral à recuperação de áreas degradadas, as suas leis ambientais é que geralmente tratam especificamente do tema utilizando-se de ferramentas como sistemas de avaliação e gestão ambiental. Regulamentações gerais que tratem da reabilitação de áreas de mineração são encontradas na Argentina, Brasil, Equador e Peru. No México, o regulamento para o sistema de avaliação e gestão ambiental está contida na legislação mineral.

A Bolívia é o único país, que possui uma regulamentação específica para a gestão ambiental dos processos de fechamento de minas e reabilitação. Este instrumento possui conteúdo tipicamente técnico e fomenta a implementação das

medidas para a etapa de desativação durante a fase de lavra. Para assegurar que os objetivos desta lei sejam cumpridos, as empresas de mineração são obrigadas a desenvolver um plano, que como na América do Norte, devem conter os objetivos dos processos de fechamento da mina e reabilitação da área, especificando como estes objetivos devem ser alcançados (medidas de controle de efluentes, estabilização física e química de rejeitos, reabilitação da área e da drenagem superficial, controle da erosão) e conter ações pós-fechamento (controle e monitoramento).

No Peru existe um guia ambiental para fechamento e abandono de minas, com conteúdo técnico-econômico, sendo que este é de aplicação voluntária.

O Chile está atualmente empenhado num processo de análise de diferentes aspectos dos atuais procedimentos de fechamento de minas para criar uma visão mais holística no estabelecimento de regras e regulamentações para a indústria mineral. Até o momento a COCHILCO, é a agência incumbida pelo Ministério das Minas do Chile para levar adiante as investigações sobre fechamento de minas, áreas de mineração abandonadas e comunidades de mineração com o intuito de estabelecer novas diretrizes técnicas, sociais e políticas para o tema. Este projeto é visto pelos governos das Américas do Norte e Latina como potencial base de recomendações para futuras regulamentações nestes países.

7.4 Aspectos econômicos do fechamento de minas

Introdução

O objetivo do fechamento de minas e reabilitação é estabilizar por longo prazo as condições geoquímicas e geotécnicas de áreas mineradas com o intuito de proteger a saúde e segurança pública, além de minimizar e prevenir qualquer degradação ambiental em curso. O fechamento de uma mina é, normalmente, requerido no momento que a operação deixa de ser viável economicamente, quando o fluxo de caixa está negativo, e quando o valor dos ativos está abaixo das despesas requeridas para alcançar os objetivos das exigências da regulamentação. O objetivo de garantir fundos num estágio inicial para o fechamento de minas é se precaver contra o risco de uma empresa, por vontade própria ou por incapacidade, não tomar

todas as medidas necessárias a reabilitação da área minerada devido à falta de recursos.

7.4.1 América do Norte

A exemplo de outros países, os governos da América do Norte têm se empenhado para gerenciar os riscos ambientais de empreendimentos de mineração através de diversos meios. Um destes é a utilização de instrumentos econômicos e financeiros instituídos para fazer com que as empresas internalizem seus custos ambientais. Estes instrumentos podem estar na forma de seguros, fianças, letras de créditos, cauções, penalidades, etc. Uma vantagem no uso destes instrumentos é estimular a indústria a inovar para atender as metas estabelecidas pelas políticas governamentais. Esta é uma alternativa ao sistema de comando e controle imposto anteriormente pelos governos que se mostrou difícil de implementar e de manutenção dispendiosa.

Na ausência de outros instrumentos na legislação, a empresa prefere utilizar provisões contábeis para cobrir os custos de sua responsabilidade no fechamento da mina. Esta transação contábil permite que a empresa faça uma provisão a longo prazo para os futuros custos de fechamento da mina. Entretanto, isto evita o desvio de recursos do seu fluxo de caixa atual com o propósito de criação de um fundo para o fechamento. Se a empresa optar por não constituir um fundo adequado para o fechamento, quando o empreendimento estiver próximo do fim, os custos de reabilitação provavelmente ultrapassarão o valor orçamentário que ela previu para esta atividade. Se não tentar conseguir recursos adicionais através da venda dos ativos da mina ela não será capaz de arcar com os custos das exigências de reabilitação da área.

Neste caso a empresa pode ser levada a declarar falência em vez de tentar levantar financiamento adicional para cobrir suas responsabilidades de reabilitação. Declarar falência serve para externalizar os custos associados com o fechamento de minas, passando a responsabilidade ao governo. Com a limitação de recursos especificamente orçados para reabilitação de minas, os fundos governamentais

podem ser bastante inadequados para minimizar os impactos ambientais imediatos e de longo prazo.

Para evitar os problemas descritos no cenário acima, as empresas de mineração canadenses e americanas não podem se valer exclusivamente de provisões contábeis para cobrir os custos de fechamento da mina. Pelo contrário, o governo exige que se assegure recursos para constituição de um fundo adequado para garantir a reabilitação, antes de sua instalação e conseqüente início de suas operações. Este tipo de exigência da lei e outras podem ser vistas como um grande aumento de custos para as empresas, entretanto as experiências atuais têm demonstrado que é muito mais dispendioso planejar a reabilitação na época do fechamento.

Garantias financeiras

Uma forma de instrumento econômico considerado mais efetivo, quando usado em combinação com o licenciamento, a avaliação ambiental, e a fiscalização, é a garantia financeira. Tipicamente, os instrumentos de garantia financeira são projetados para assegurar que os custos normais associados com o fechamento de minas e reabilitação sejam pagos pelo dono da mina ou por um agente designado por este. Estes instrumentos não são usualmente concebidos para salvaguardar as empresas contra custos associados com eventos catastróficos. Estes instrumentos também não pretendem cobrir custos resultantes de monitoramento de longo prazo pós-fechamento e manutenção da área. A garantia financeira assume que os custos de reabilitação de áreas mineradas são responsabilidade do dono da mina.

Um programa efetivo de garantia financeira consiste de três partes: licenciamento, fiscalização, e da própria garantia financeira.

Licenciamento

Ao se estabelecer o nível da garantia financeira, o processo de licenciamento representa um papel importante por várias razões. Primeiro, a licença pode ser usada para identificar os padrões requeridos para a reabilitação e o desempenho ambiental da mina. A licença também requer que a companhia produza um plano de mineração

detalhado. Este plano será usado como base para cálculo da garantia financeira que será a necessária para atingir os objetivos do plano de mineração. Finalmente, a licença serve como um importante instrumento legal para assegurar que a companhia cumpra plenamente seus compromissos referentes a reabilitação.

Fiscalização

Um elemento chave para assegurar o sucesso de um programa de garantia financeira é um rigoroso sistema de fiscalização. A fiscalização atualmente requer comunicação entre os órgãos reguladores e a empresa, com o objetivo de identificação dos pequenos problemas antes que eles cresçam. A fiscalização, quando levada a cabo desde cedo, ajuda a mitigar os problemas que inevitavelmente ocorrem quando o planejamento da reabilitação é adiado para depois da mina fechar, quando o fluxo de caixa da empresa atinge seu valor mais baixo.

A abrangência da fiscalização deve estar clara e explicitamente definida na regulamentação. Todas as partes, incluindo o provedor da garantia financeira devem estar cientes das implicações no caso de violações do licenciamento ou falência, o que pode levar o governo a confiscar ativos ou fechar a mina.

Mecanismos de garantia financeira

Muitos mecanismos diferentes estão disponíveis aos mineradores para cobrir a garantia financeira. Estes incluem sistemas de obrigações, truste, planos de seguro (disponível apenas por um pequeno número de provedores e com cobertura limitada).

Mecanismos diferentes podem ser descritos, tanto como sendo rígidos ou brandos, dependendo do nível de exigência dos requisitos financeiros.

Questões importantes relacionadas às obrigações de desempenho

Determinação da obrigação

Como foi observado, existem diferentes mecanismos financeiros disponíveis para a empresa, e cada um deles trás vantagens e desvantagens. Para um melhor entendimento alguns tipos de obrigações de desempenho serão apresentadas para ilustrar algumas dificuldades que são enfrentadas quando seleciona-se a garantia financeira apropriada.

Títulos de fiança

Títulos de Fiança implicam em negócios onde fica acordado um responsável pelos custos de reabilitação da empresa de mineração. A fiança garante tanto que os custos da reabilitação serão pagos, como que o trabalho exigido será realizado. Os títulos de fiança transferem o risco de desempenho negativo da sociedade para o fiador. O título é calculado usando estimativas de custos atuais para fechamento. Dependendo do governo, o dinheiro reservado para a fiança pode corresponder a 100% do custo estimado para a reabilitação (Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

Para o governo o uso pleno dos títulos de fiança pode ser problemático por várias razões. Uma primeira dificuldade é que as empresas de fiança devem ser criadas e, por sua vez, regulamentadas. A experiência nos EUA tem mostrado que empresas que entram no ramo de fianças têm tido um alto índice de falência. Numa situação onde a empresa de fiança vai à falência, os custos da falência são repassados ao governo e à empresa mineradora. Para minimizar os riscos, os governos devem comprometer recursos num sistema que tenha condições de supervisionar as práticas de negócios das empresas de fianças.

Bond Pools

Os *Bond Pools* são projetados para arcar com os custos de fechamento de minas e reabilitação com recursos dos membros deste. Se um membro é incapaz (i.e., devido à falência) de cobrir sua parte os outros cobrem estes custos. Os *Bond Pools* são vistos como uma maneira de pequenas e médias empresas mineradoras terem acesso, mesmo limitado, aos fundos destinados a cobrir suas responsabilidades de reabilitação. A participação num *Bond Pools* sempre requer que a empresa passe por

um “teste de requisitos”. Tais testes procuram determinar respostas para questões como a saúde financeira da empresa, violações passadas ao licenciamento, anos de operação e experiência em reabilitação.

Uma vez permitido juntar-se ao grupo, os membros passam a pagar taxas proporcionais aos riscos atribuídos à suas operações. Por exemplo, as empresas que operam minas em áreas de alta sensibilidade ambiental ou em áreas com o potencial para geração de drenagem ácida irão pagar taxas de participação mais altas.

A experiência nos EUA tem mostrado que a decisão de implementar *bond pools* deve ser tomada com cuidado. Para assegurar a integridade financeira das empresas membros é importante ter um sistema administrativo que efetivamente possa vetar membros potencialmente “indesejáveis”. Como as empresas membros são requisitadas a pagar por estes custos administrativos, eles não têm se mostrado muito entusiasmadas com tais sistemas. Adicionalmente tem-se o fato de que a saúde financeira das empresas membros está ligada à alta e baixa dos preços dos bens comercializados por estas, uma baixa significativa no mercado pode levar à falência de todas as empresas membros. Em tal situação o dinheiro reservado no pool para situações de risco poderá ser inadequado para cobrir as responsabilidades de todos os seus membros.

***Self-bonding* ou testes de capacidade financeira**

Esta abordagem é baseada na avaliação da saúde financeira da empresa de mineração, para obtenção da garantia de que esta irá reservar fundos suficientes para conduzir todas as medidas de reabilitação e obrigações de fechamento. Esta forma de garantia é a preferida por grandes empresas pois as supre com maior controle sobre os fundos implicando em custos transacionais reduzidos (Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

Com sua forte confiança na habilidade da empresa de auto-financiar seus custos de fechamento, o *Self-bonding* possui alguns sérios riscos para os órgãos reguladores. Mesmo empresas com uma longa história de sucesso no setor mineral podem ir à falência, deixando para a sociedade o ônus da reabilitação. Para assegurar que as empresas que optem pelo *Self-bonding* tomem as medidas necessárias no

sentido de reservar fundos para futuros trabalhos de reabilitação, o órgão regulador deve adotar um sistema adequado para supervisionamento financeiro. Infelizmente, dada a crescente complexidade envolvida na determinação da saúde financeira de uma empresa de mineração, estes sistemas são difíceis e dispendiosos.

Como os especialistas nestas avaliações são raramente encontrado no setor público, os órgãos reguladores podem contratar consultores privados ou aceitar os riscos das negociações para determinar o nível de seguridade do *Self-bonding*.

Cálculo da garantia financeira

Não importa a forma como a garantia financeira é selecionada, para o sistema funcionar como se pretende é necessário determinar estimativas de custos precisas antes da licença de instalação ser emitida. Porque cada mina é única, não há uma receita para a empresa seguir. Da mesma maneira para que o governo assegure uma supervisão adequada, os profissionais dos órgãos reguladores devem ser altamente treinados e experientes.

Mesmo se assumirmos que as estimativas de custos originais foram adequadamente calculadas, as minas em operação podem sofrer transformações que não foram previstas no seu plano original de desenvolvimento. Para que o título de reabilitação cumpra seu objetivo é necessário que o órgão regulador assegure que a empresa faça revisões periódicas nos seus planos de reabilitação. No Canadá e nos EUA estas revisões são normalmente realizadas anualmente. O monitoramento efetivo por parte do governo destes planos requer que os órgãos reguladores mantenham um número de funcionários que permita a fiscalização regular das áreas para assegurar a conformidade da indústria com a legislação.

Um problema adicional que os órgãos reguladores encontram para a estimativa de custos dos títulos de reabilitação está no fato de que custa mais para o governo fazer o trabalho de reabilitação do que para a empresa. Negociar um compromisso “justo” entre a empresa e o órgão regulador pode ser difícil. A empresa não deseja comprometer recursos escassos desnecessariamente, enquanto o governo está sob forte pressão para minimizar seus riscos na eventualidade da empresa não poder cumprir suas responsabilidades com o fechamento.

7.4.2 América Latina

Para a maioria dos países da América Latina, as consequências econômicas resultantes do fechamento de minas são:

1. Crescimento do desemprego – o desemprego é o custo social e econômico que é passado à comunidade local;
2. Crescimento da demanda por serviços sociais – como consequência das perdas do emprego o governo tem que arcar com mais este custo social;
3. Mudanças inesperadas nas atividades econômicas – o planejamento do governo deve levar em conta a nova realidade com o fechamento da mina. Quanto mais abrupto for o fechamento, pior para ambas as partes e vai depender do planejamento enquanto a mina estiver operando;
4. Redução na renda – o fechamento resulta em menos renda de royalties da produção mineral e de imposto de renda dos trabalhadores.

Para competir efetivamente num mercado global, as empresas de mineração devem buscar baixar seus custos de produção. Alguns afirmam que a razão por trás do surto crescente de investimento durante a década de 90 nos países da América Latina ocorreu devido à legislação ambiental e fiscalização menos restritivas nesta região. Isto sugere que uma aplicação mais rigorosa das leis sobre fechamento de minas deve ter um efeito não intencionado de tornar a mineração na América Latina menos competitiva internacionalmente. Também teme-se que, para pequenas e médias empresas que suprem o mercado doméstico, os custos adicionais de uma regulamentação de fechamento de minas mais rigorosa possam levar à uma falência generalizada.

7.4.3 Políticas governamentais relacionadas ao fechamento de minas

Para projetar uma mina que não se torne um problema financeiro como resultado de violações ambientais, a empresa mineradora deve ter um completo

entendimento das políticas governamentais que podem afetar a operação e o eventual fechamento da mina. É prudente, entretanto, prognosticar potenciais de drenagem ácida de rochas para cada tipo de rocha minerada e exposta e para qualquer tipo de rejeito resultante da operação da mina. As questões críticas para a disposição de rejeitos e opções de reabilitação devem ser pensadas desde a fase de planejamento conceitual da mina. Todas as minas com um potencial para geração de drenagem ácida devem fornecer planos de operação e de reabilitação e abandono que detalhem como se irá reduzir a geração dos níveis de drenagem ácida das rochas à níveis não prejudiciais a curto e longo prazos ao ambiente. Medidas de contingenciamento detalhado devem também ser fornecidos no plano de fechamento da mina que é submetido ao órgão regulador do governo.

Políticas ambientais no mundo

Os Governos Americano, Canadense, Sul Africano, Alemão e Australiano têm desenvolvido um corpo complexo de leis e regulamentações dirigidas a mitigar os impactos ambientais adversos associados com a mineração. Estas políticas têm sido estabelecidas em resposta à falta de gerenciamento ambiental mostrada no passado pela indústria mineral. Apesar das regulamentações específicas em cada país serem diferentes, o espírito geral das regras é semelhante. Estas regras gerais incluem: os requisitos para elaborar um plano de fechamento, a aceitação dos padrões técnicos atuais, o assentimento para modificação do plano, obrigações, monitoramento, relatório e fiscalização.

Em geral, a maior parte das regulamentações na América do Norte promovem a conveniência de se estabelecer um uso futuro para a área após a reabilitação, entretanto a falta de regras específicas para assegurar a sustentabilidade da área pós-fechamento leva a maior parte das empresas a direcionar seus objetivos de reabilitação no intuito de atingir as condições de vida selvagem.

Planejamento do fechamento de minas

Existe uma tendência mundial para que o plano de fechamento da mina seja revisto e modificado constante e criticamente de acordo com a evolução da vida operacional da mina. O plano de fechamento da mina deve ser suficientemente flexível para levar em conta mudanças nas características do rejeito da mina, no funcionamento do ecossistema, nos padrões estabelecidos pela política governamental de fechamento de minas etc.

Operações de lavra não serão autorizadas a menos que um plano conceitual seja submetido contendo os impactos ambientais previstos, os planos de contingenciamento, as especificações de engenharia, e as medidas propostas de mitigação a serem implementadas. Uma revisão técnica será realizada para checar se o plano está em conformidade com os padrões legais e requisitos técnicos estabelecidos nos regulamentos. Uma oportunidade para a revisão do plano e para a participação pública ocorre durante as audiências abertas programadas para antes da emissão da licença de operação para a empresa. Durante estas audiências, os tópicos abertos para discussão são limitados a questões sobre o cumprimento pelo plano de fechamento dos requisitos legais para reabilitação da área a uma condição equivalente a anterior à mineração. As políticas governamentais compreendem e reconhecem que o plano poderá ser modificado e permitem esta flexibilidade.

Durante a operação de uma mina, problemas imprevistos podem ocorrer. Estes problemas podem ser tão significativos que podem tornar o plano de fechamento da empresa ineficiente. Para prevenir isto, os órgãos reguladores do governo devem instituir um sistema de monitoramento da mina que inclua fiscalização periódica e não anunciada à área.

Uma vez que a empresa tenha completado seu plano de reabilitação de acordo com o plano, o órgão regulador deve determinar se o plano cumpriu de maneira satisfatória as obrigações de reabilitação para que a empresa fique livre de futuras obrigações financeiras para com a área.

Desenvolvimento de políticas ambientais

Para que as políticas ambientais sejam plenamente implementadas, os processos criados precisam ser claros para gerenciar e mitigar os impactos através do ciclo de vida do projeto, utilizando programas de monitoramento para verificar a precisão da avaliação e das medidas de mitigação. Também deve existir uma política que estabeleça um período de tempo para comentários públicos e ação do governo. A política ambiental deve ser administrada por um órgão que seja imparcial e eficiente.

O órgão regulador deve desenvolver uma estrutura política que encoraje a participação pública em projetos complexos e motivados politicamente, garantindo o acesso à informação e oportunidades para envolvimento público através do processo de revisão. O órgão regulador deve também ter a habilidade de interagir diretamente com todos os níveis de governo durante o processo de revisão e ter mecanismos institucionais especiais que o permitam monitorar efetivamente uma área da mina reabilitada durante longo prazo.

Uma efetiva política de reabilitação deve também solucionar a questão das obrigações de seguro para a reabilitação. Uma condição das obrigações do seguro para a reabilitação, deve ser a garantia de recursos suficientes disponíveis para cobrir todas as obrigações pendentes da reabilitação, incluindo os custos a longo prazo associados com monitoramento, manutenção e estruturas preventivas, e tratamento de drenagem ácida de rochas após o fechamento. A emissão das obrigações deve estar indicada no plano de fechamento da mina.

Os objetivos da política de fechamento de minas

O objetivo da política de fechamento de minas deve ser reabilitar a área afetada pela mineração, de tal forma que ela possa ser novamente disponibilizada em bom estado à sociedade e à comunidade circunvizinha. Alguns dos padrões de desempenho da mineração incluem: restauração da área minerada às condições capazes de favorecer usos anteriores à mineração ou aceitar usos mais nobres ou melhores; restauração do contorno da área aproximado do original; estabilização das áreas superficiais para controlar a poluição do ar e da água, minimização dos efeitos

da mineração no balanço hidrológico e na qualidade e quantidade da água superficial e dos sistemas subterrâneos; medidas de produtividade da terra; e proteção das áreas circunvizinhas de deslizamentos ou danos. Outros objetivos do fechamento de minas incluem a eliminação de ameaças à saúde pública e segurança, a necessidade de criar ecossistemas auto-sustentáveis, e o desejo de minimizar efeitos visuais após o fechamento.

Comprometimento financeiro para as medidas de reabilitação

De modo a assegurar que os recursos irão estar disponíveis para implementar o plano de fechamento, e para encorajar esforços de reabilitação em andamento durante a fase operacional, quase todos os sistemas regulatórios exigem que o operador submeta alguma forma de garantia financeira para implementação do plano de fechamento. Isto não é uma garantia das obrigações que a empresa pode ter, mas simplesmente uma garantia de que o plano definido será cumprido. Para assegurar a viabilidade dos sistemas de garantias, o órgão regulador deve se assegurar de que o plano de reabilitação apresentado pela empresa é suficientemente detalhado para permitir cálculos de custo de engenharia precisos. Na maioria dos casos, a garantia é ajustada periodicamente para refletir o trabalho que falta ser realizado.

Requisitos do plano de fechamento

Uma das mais significativas questões sobre fechamento de minas gira em torno da exigência da empresa em produzir informação básica ambiental detalhada. A determinação das condições da área anteriores à mineração definem o sucesso dos esforços de fechamento. Portanto, colher dados tecnicamente confiáveis é crítico. Algumas vezes, a informação relacionada a ciclos hidrológicos, ciclo de vida de espécies vivas, clima e ciclos do tempo não podem ser colhidas imediatamente antes da mina começar a operar, mas sim, anos antes da mina entrar em operação. Os dados coletados devem ser específicos para a área e relevantes para o projeto que está sendo elaborado.

A experiência indica que os aspectos mais importantes de uma bem sucedida política de regulamentação são o plano de fechamento, a garantia financeira e a informação coletada. O plano deve conter informação básica ambiental confiável e ser preparado antes do início das operações da mina. Se algum risco existe na área, um plano de reparação deve ser desenvolvido para manejar a situação. Este plano deve ser revisado e aprovado pelo órgão regulador. Mais adiante, o plano deve ser submetido a opinião pública.

Tendências na elaboração de políticas públicas

A elaboração, implementação e eventual resultado de políticas governamentais dependem, em grande escala, de uma combinação de fatores econômicos, políticos e institucionais que impactam o domínio público. O estabelecimento de uma política ambiental deve considerar a importante contribuição que a indústria de mineração representa na saúde global da economia de uma nação. Outro fator que influencia a elaboração da política pública é a reputação da indústria mineral no país. Grandes empresas globalizadas com sede em países desenvolvidos precisam atender as necessidades do país hospedeiro. Novos conhecimento sobre a saúde e os impactos ambientais de atividades econômicas têm estimulado os elaboradores de políticas a modificar padrões existentes e criar novos. Recentemente, o foco da preocupação pública está na transformação dos problemas ambientais globais em regionais. Mais ênfase será dada a prioridade em solucionar problemas ambientais específicos como aqueles que significam um alto risco ao ambiente e saúde humana.

Uma tendência nas políticas que estão sendo formuladas é a criação de incentivos mercadológicos, tais como cobrança por emissões ou efluentes ou licenças de poluição de maneira que haja mudanças nas práticas estabelecidas pela indústria mineral.

A opinião pública é também um aspecto sobre o qual é preciso dar ênfase. Mais informação e novas maneiras de envolver a comunidade são cruciais para que as novas políticas sejam vistas com bons olhos pela sociedade.

América Latina

Os órgãos ambientais e de mineração que atuam na área de avaliação e gestão ambiental de projetos de mineração, geralmente funcionam independentemente gerando uma série de conflitos, pois isoladamente não possuem a multidisciplinaridade necessária para avaliar os impactos ambientais dentro da atividade mineral. O Equador parece ser uma exceção, pois lá existe uma subsecretaria de proteção ambiental dentro do Ministério das Minas e Energia. O Chile também parece outra exceção já que a avaliação dos projetos é coordenada pelo órgão ambiental com a participação de todas as instituições governamentais que tenham algum tipo de competência sobre os aspectos analisados.

A questão da instituição de um seguro financeiro que garanta o cumprimento da obrigação do minerador após fechamento da mina começa agora a ser discutida por alguns países da América Latina. O Peru e o Chile estão discutindo detalhes para implementação de um programa de garantia financeira.

Para assegurar o cumprimento das atividades previstas nos planos de manejo ambiental, o Equador exige do proprietário da mina um seguro ou garantia bancária que cubra os custos de reabilitação da área. Esta garantia financeira deve se manter válida até o encerramento das operações e até um ano após o fim da vigência da concessão.

A Argentina não possui uma garantia financeira específica para a fase de desativação da mina, mas obriga as empresas a destinar uma quantia anual (até 5% dos custos das operações de extração e beneficiamento, dedutíveis do imposto de renda) a um fundo de reserva destinado a financiar ações de prevenção ou remediação de impactos ambientais. Se este fundo não for utilizado se transforma em impostos ao final do ciclo produtivo. A lei não especifica se este fundo pode ser usado pelas empresas nas ações associadas ao fechamento de minas e reabilitação.

A legislação da Bolívia apesar de não estabelecer nenhuma garantia financeira utiliza um outro tipo de mecanismo para garantir o cumprimento do plano de fechamento. Após três anos do fechamento da mina, deve ser realizada uma auditoria independente que comprove que foram executadas todas as medidas previstas no plano de fechamento. Se o auditor confirmar os resultados dos trabalhos

de reabilitação, o proprietário da mina não é mais responsável pelos danos ambientais.

No Brasil, também não existe seguro ou garantia financeira para execução do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD. O que existe no setor mineral é uma compensação financeira por extração de recursos minerais, estabelecida pela Constituição de 1988, em seu Art. 20, § 1o, e instituída pela Lei 7.990, de 1989. Esta lei estabelece que o royalty (2 a 3 % da produção mineral) será dividido entre os Estados e Distrito Federal (23%); os Municípios (65%); o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (12%). Esta renda deverá ser aplicadas em projetos, que direta ou indiretamente revertam em prol da comunidade local, na forma de melhoria da infra-estrutura, da qualidade ambiental, da saúde e educação.

Esta compensação está sendo contestada judicialmente pelas empresas, com a alegação de que o legislador não a instituiu nos moldes em que previa na Constituição, mas sim como imposto, o que seria inconstitucional. Dos 12% destinados ao DNPM, somente 2% será empregado em programas de proteção ambiental.

7.5 Impacto social do fechamento de minas

Introdução

O que acontece com uma comunidade após o fechamento de uma mina tem sido ultimamente um tema de grande interesse para cientistas, políticos e para a sociedade em geral. No passado, o papel das empresas e do governo após o fechamento da mina estava centrado em questões como minimizar a perda da renda advinda da atividade mineral, os riscos à saúde e segurança pública e os danos ambientais. Só ultimamente, como resultado de uma maior pressão da sociedade, o escopo destas questões foi ampliado para incluir temas como a minimização dos efeitos sócio-econômicos do fechamento de uma mina para comunidade local.

O objetivo deste trabalho é destacar algumas questões relevantes para a indústria, o governo e os interesses locais que devem ser respondidas com propósito de mitigar os efeitos adversos do fechamento de uma mina para o bem estar de uma

comunidade. Alguns dos problemas identificados foram: perda da renda, mobilidade de trabalhadores, necessidade de treinamento, bem estar físico e mental, e alternativas de trabalho. A avaliação adequada dos impactos do fechamento de uma mina sobre uma comunidade, deve incluir a consulta às pessoas e instituições que serão afetadas diretamente pelo término das operações. Igual consideração também deve ser dada a todos aqueles que terão sua qualidade de vida também impactada como resultado indireto do fechamento da mina.

7.5.1 América do Norte

O impacto do fechamento de minas no indivíduo

O impacto social do fechamento de uma mina tem sido amplamente analisado por vários estudiosos do comportamento. O impacto psicológico da perda do emprego pode causar em algumas pessoas aumento da pressão sanguínea e dos níveis de colesterol, aumentar o uso de substâncias prejudiciais à saúde, e também levar a violência doméstica e ao divórcio. Além disso, um problema adicional, que deve ser levado em conta nos programas de treinamento de trabalhadores demitidos das minas, é a necessidade de superar a forte barreira cultural que a maior parte dos mineradores encontram ao mudarem de ramo de trabalho. Os mineradores têm grande orgulho de sua resistência física e liberdade de espírito. Neste contexto, o efeito que o fechamento tem sobre a auto-estima do minerador é particularmente desastroso.

Para avançar na criação de serviços voltados a resolver estes problemas, tanto o governo como a indústria precisam entender as dinâmicas dos indivíduos ao responderem à perda do emprego. Em seu exame do problema, (Roberts, Veiga e Peiter, 2000) identificaram três tipologias básicas de comportamento de desempregado para descrever quais mecanismos um indivíduo irá adotar e a quantidade de tensão psicológica experimentada como resultado da perda do emprego: 1. Reação passiva – as ações de um indivíduo são caracterizadas por sentimentos de recusa, passividade, inatividade, ou intelectualização do problema. 2. Ativa e adequada – uma pessoa responde bem à perda do emprego através da

adaptação do seu comportamento. 3. Ativa mas inadequada – uma pessoa adota comportamentos que são essencialmente negativos. Já que estas são as tipologias gerais de comportamento, o governo e as empresas de mineração devem fornecer vários sistemas de apoio para lidar com os indivíduos que podem consistir de uma mistura de todas as três tipologias. A experiência no Canadá e nos EUA tem constatado que os efeitos do fechamento de minas num indivíduo só pode ser compreendido quando visto no seguinte contexto “os significados sociais que os atores atribuem a suas ações, as definições de suas situações particularmente, e os objetivos que eles estão perseguindo”.

Mais um complicador na tarefa de minimizar o impacto social do fechamento de minas nos trabalhadores é o fato de que, como em outras indústrias, ocorrem mudanças significativas na forma de operação da mina. A mecanização e automação crescentes têm substancialmente reduzido, não só o número de empregos, mas também o senso de autonomia e interação humana que anteriormente caracterizava o trabalho numa mina.

Nos últimos dez anos também tem sido observada a evolução gradual das práticas de terceirização como um meio de reduzir os custos trabalhistas. O efeito concreto desta e de outras práticas empregatícias tem sido alterar a maneira pela qual os trabalhadores mineiros vêem o “significado social” do seu emprego. Alguém pode argüir que o efeito social destas mudanças pode não ser inteiramente ruim, já que mais empregos “técnicos” são criados com a automação. Isto pode facilitar a reintegração de trabalhadores mineiros dispensados ao mercado de trabalho. Entretanto, a automação pode ter efeitos negativos para as comunidades locais já que usualmente os técnicos altamente treinados vem de fora e raramente as empresas fornecem treinamento para os trabalhadores locais.

O impacto do fechamento de minas na comunidade

As comunidades também enfrentam fortes impactos com o fechamento de uma mina. A perda da coesão da comunidade como um resultado do aumento da tensão entre mineradores empregados e desempregados é um dos resultados inevitáveis do fechamento gradual de uma mina. Esta tensão é adicionada a

animosidade tradicional que freqüentemente ocorre entre os que vivem marginalizado e os mineradores que possuem relativa prosperidade. Em regiões isoladas estas tensões sócio-econômicas são maiores. É importante, portanto, que se comece a formular políticas visando criar um planejamento para o fechamento da mina.

Os impactos potenciais do fechamento de uma mina sobre uma comunidade variam consideravelmente dependendo do número de empregos que deixarão de existir em relação ao tamanho da comunidade afetada, sua composição social e seus níveis internos de coesão. O efeito do fechamento no complexo industrial vai ser muitas vezes determinado pelo nível de diversidade de atividades econômicas que a comunidade alcançou durante a etapa operacional da mina.

Para aquelas comunidades isoladas onde os benefícios da mineração estão intimamente relacionados a sua estrutura sócio-econômica, o fechamento de uma mina pode ser particularmente devastador ao bem-estar da comunidade local. Entretanto, quando uma mina fecha em cidades onde a mineração está fortemente integrada com a região em torno, os efeitos do fechamento podem ter um grande impacto regional.

O tempo de vida de uma mina também pode ter um papel importante na determinação do grau do impacto negativo que o seu fechamento poderá causar a comunidade. Os novos empreendimentos de mineração no Canadá e nos EUA são construídos com um tempo de vida conhecido limitado em princípio. Os mineradores que reconhecem a natureza temporária de seu trabalho, normalmente não estabelecem vínculos profundos com a comunidade em torno da mina. Estes trabalhadores são normalmente mais jovens e mais bem preparados, eles estão muitas vezes mais aptos a trabalhar numa mina do que a realizar outros trabalhos menos estressantes.

Este é um sério problema em comunidades onde a atividade de mineração empregou várias gerações, a diversidade econômica é limitada, o estilo de vidas das pessoas é de certo modo diferente, a população é idosa. Nestes casos torna-se muito difícil para cada indivíduo ou comunidade pensar num término futuro de operações da mineração. Desta forma é comum que a comunidade seja afetada por um

desânimo geral que compromete sua habilidade para elaborar uma estratégia para enfrentar efetivamente os problemas advindos do fechamento de minas.

As melhores práticas para reduzir os impactos do fechamento de minas

“Quando se desenvolve políticas objetivando minimizar os impactos sociais do fechamento de minas, é importante lembrar que não se deve pensar em respostas genéricas. Por que cada indivíduo e cada comunidade são únicos e são o produto de sua história, as soluções devem ser feitas para se ajustarem às circunstâncias de cada situação única de fechamento. As soluções fornecidas devem ser implantadas somente após análise cuidadosa da capacidade sócio-econômica da comunidade para conduzi-las após o fechamento. E finalmente, para as soluções serem verdadeiramente efetivas, elas devem representar a visão compartilhada do governo, da comunidade local e da empresa de mineração” (Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

O movimento direcionado ao uso da avaliação de impacto social

Da mesma maneira que na década passada as Avaliações de Impacto Ambiental (AIA) foram vistas como uma maneira de medir o impacto de uma mina na saúde do ambiente circunvizinho, as Avaliações de Impacto Social (AIS) são hoje vistas por muitos cientistas sociais como um dispositivo igualmente efetivo para a determinação do impacto social de uma mina (Roberts, Veiga e Peiter, 2000). Mais especificamente, as AISs são vistas como uma nova ferramenta efetiva que os tomadores de decisões podem usar para melhor compreender questões como:

1. Desenvolvimento de uma estrutura de gerenciamento para implementação de uma visão política para o fechamento de minas;
2. Como encorajar a formação de parcerias entre a indústria, governos e comunidades com o propósito de facilitar uma distribuição mais justa de custos e benefícios da mineração;
3. Como desenvolver estratégias intencionadas a estimular a independência sócio-econômica a longo prazo da comunidade e a sua sustentabilidade.

Fechamento de mina e sustentabilidade social

Considera-se comunidade mineral aquela parcela da população que é afetada significativamente pelas operações de uma mina. Isto pode se dar através da geração de empregos diretos ou de qualquer outro impacto advindo da mineração, seja ambiental, social ou econômico. A comunidade pode ser tanto uma cidade ou uma vila. As comunidades minerais variam significativamente em termos de cultura, orientações políticas, localização geográfica, características ambientais e atitudes coletivas acerca do aproveitamento dos recursos. Entretanto elas têm características comuns que tem atrapalhado suas relações com a indústria mineral: a percepção de que os mineradores são intrusos em seus ambientes, culturas e história. Este é um sentimento muito comum nas comunidades que não têm tradição mineral e onde os benefícios gerados pela mineração não são equitativamente distribuídos. Como esta percepção pode ser minimizada e uma relação duradoura pode ser criada são as chaves para a construção de uma comunidade mineral sustentável. Uma comunidade mineral sustentável é aquela que pode conviver com a mineração e sobreviver com o fechamento da mina. As empresas de mineração devem se engajar numa parceria com as associações comunitárias para deixarem condições de sustentabilidade e de bem-estar para as comunidades, sem degradação ambiental e sem impactos sociais (Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

Como as comunidades estão melhor informadas sobre as questões sócio-econômicas e ambientais ligadas a mineração, elas cada vez estão mais envolvidas nas decisões que afetam seu futuro. Enquanto os tradicionalmente responsáveis pelas decisões de gerenciamento de recursos (i.e., governos e indústria) tendem a colocar barreiras à descentralização da decisão, é importante que seja dada aos líderes locais a oportunidade de opinar nas decisões que afetam a qualidade da vida nas comunidades em que eles vivem. Tais parcerias, envolvendo governos em todos os níveis, a indústria, e ONGs são vistas como o cerne de uma estratégia gerencial eficaz das questões sociais ligadas com o desenvolvimento e fechamento de minas. Esta abordagem alternativa de tomada de decisão pode ser mais lenta para atingir o consenso, mas quando este é atingido o acordo muito provavelmente irá refletir os objetivos e as aspirações da comunidade e da empresa.

7.5.2 América Latina

O efeito que a mineração tem nas instituições dos países da América Latina pode ser visualizado de uma maneira simples. O velho paradigma era que se a mineração fornece empregos para as comunidades e impostos para os governos, o relacionamento entre empresas/mineiros e comunidades locais seria geralmente considerado positivo. Havia uma impressão por parte dos governos e das empresas de que as comunidades preferiam evitar conflito para não arriscar as oportunidades de emprego local. Outra razão para a acomodação deste conflito é o desejo de evitar longas e imprevisíveis batalhas judiciais. Entretanto, recentes experiências no Peru, Equador, Bolívia e Venezuela têm mostrado que as comunidades podem ser muito mais enfáticas em suas demandas por distribuição mais equitativa dos benefícios da mineração. A presença de grupos ambientais, força de trabalho mais educada e a Internet têm combinado para mudar este quadro. Conflitos com comunidades tais como em Yanacocha, Peru e Las Cristinas, Venezuela assim como em centenas de programas de exploração na América Latina sugerem que a futura direção para as empresas é adotar uma forte política de envolvimento público começando logo na fase de exploração (Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

Na América Latina, e em outras partes do mundo, os impactos ambientais da mineração são mais facilmente detectados e resolvidos pelas empresas do que os impactos sociais. A maioria dos países exige que as empresas realizem a avaliação dos impactos ambientais advindos dos seus empreendimentos antes de lhe concederem uma licença para iniciar suas operações. Infelizmente não se faz o mesmo tipo de exigência para os impactos sociais advindos da mineração, seja para fase operacional seja para fase pós-fechamento. Alguns países ainda possuem uma legislação tão ultrapassada que não exigem nenhum comprometimento das empresas com as questões sociais dos seus empreendimentos. A exceção é a regulamentação dos países que possuem população indígena. Quando esta população vive dentro de reservas, ela está protegida por lei dos impactos ambientais e sociais advindos da mineração.

7.5 Fechamento de minas e a questão da mulher

Introdução

Durante a revisão bibliográfica, constatou-se que muito pouco tem se escrito sobre os impactos do fechamento de minas sobre a qualidade de vida da mulher. Existem duas possíveis explicações para o fato. A primeira, é a de que a mulher de fato não é atingida de maneira diferenciada pelos processo de fechamento e reabilitação. Uma segunda hipótese é de que apesar da experiência da mulher poder ser diferente, este fenômeno ainda não foi tão bem estudado e documentado. Qualquer que seja a explicação, o fato é que atualmente não existe um claro entendimento a respeito dos efeitos (específicos ou gerais) que o fechamento de uma mina tem sobre a vida da mulher.

Em áreas remotas na América Latina e do Norte, a presença de mulheres na área da mina representa um componente crítico na formação de uma comunidade viável. Por exemplo, na região Amazônica, a presença de mulheres durante a corrida do ouro de 1980 era de importância fundamental para o processo de criação de novos povoados que existem até hoje.

7.6.1 América Latina

A relação entre a mulher e a mineração nos países da América Latina não têm recebido grande atenção nos últimos anos. Como em muitos outros assuntos, os pesquisadores simplesmente não enxergam a importância do tema. Somente recentemente tem se mostrado algum interesse em estudar a relação da mulher com a indústria mineral.

A comunidade mineral tem tradicionalmente visto a mulher como uma potencial fonte de problemas. Em algumas situações ela era vista como um símbolo de má sorte. Durante as décadas de 60 e 70 (e ainda hoje com menos intensidade) era comum a mulher ser proibida de descer às minas. Esta proibição podia ser decorrente de uma simples superstição ou de uma preocupação legítima com a saúde e segurança da mulher; não se sabe. Atualmente, a mulher ainda se defronta com um

número de barreiras institucionais e sociais que obscurecem sua participação na atividade de mineração (Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

Nos últimos vinte anos algumas destas barreiras tem sido postas a baixo. As oportunidades de emprego nas atividades de lavra ainda são limitadas quando comparadas às dos homens, mas a simples presença da mulher numa mina subterrânea já não é mais vista como uma fonte de problemas. Atualmente até se vê com bons olhos a presença das esposas nas áreas de mineração isoladas, como uma forma de apoio e segurança aos seus maridos mineradores. Entretanto, para as mulheres, as oportunidades de desenvolver suas carreiras profissionais nestas áreas são ainda muito poucas.

Por causa das duras condições econômicas das comunidades rurais, a participação das mulheres nas atividades de mineração artesanal tem aumentado, entretanto esta participação continua controlada por aspectos culturais e sociais. Não existe registro oficial do número de mulheres que trabalham em atividades de mineração. Mulheres mineradoras são raras num ambiente predominantemente masculino. A maioria das mulheres envolvidas com a mineração artesanal trabalham em sistemas muito pouco produtivos em condições típicas de subsistência. Elas vivem em condições que variam entre a pobreza e a miséria.

Por estimativa acredita-se que os garimpos brasileiros empreguem uma mulher para cada seis empregados aproximadamente (17%). Quando um garimpo cessa, os trabalhadores movem-se para outras regiões (ou países) geralmente de maneira dispersa e desorganizada e raramente as mulheres vão junto. Isto tem criado locais de concentração de pobreza em toda a América Latina, em particular na Região Amazônica. As mulheres são as mais afetadas pelas peculiaridades da migração, já que elas não têm condições de retornar aos seus locais de origem ou conseguir outras formas de renda num ambiente degradado social e ambientalmente após o fim da mineração de ouro.

Quando trabalham para empresas as mulheres não tem as mesmas condições econômicas oferecidas para os homens, e estão vulneráveis a perder seus empregos devido a problemas financeiros eventuais da mina. Entretanto, alguns sugerem que as mulheres podem ser mais capazes do que os homens de participar de processos de reabilitação de uma área de mineração. As razões para isto seriam:

1. A dificuldade que o homem tem quando perde seu emprego para lidar com a auto-estima;
2. As mulheres são mais conscientes da importância dos fatores sócio-econômicos na reabilitação de áreas de mineração; e
3. A percepção que as características da educação comumente descrita como feminina tornam a participação das mulheres na reabilitação particularmente interessante.

Enquanto o primeiro ponto tem algum rebatimento na literatura, os outros dois não são considerados devido a uma reação da sociedade patriarcal em não valorizar a contribuição que uma mulher pode dar a sociedade. Até que seja feito mais para entender como as diferenças de gênero podem influenciar como as pessoas podem ser afetadas pela mineração, a falta de informação e velhos preconceitos continuarão prejudicando a discussão (Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

7.7 Reabilitação e tecnologias limpas

Introdução

Grande parte das discussões a respeito dos efeitos das novas políticas governamentais voltada para a condução adequada do processo de fechamento de minas está centrada nas modificações da legislação. No contexto deste tópico, é interessante notar a compreensão das relações existentes entre política, regulamentação e tecnologia. As questões legais e tecnológicas têm ganhado um novo significado na formulação de políticas nos últimos anos, assim como o gerenciamento de recursos tem dado mais importância às demandas da sociedade na nova abordagem adotada para resolver os problemas ambientais associados ao fechamento de minas. Esta nova abordagem é caracterizada por políticas que podem ser descritas como preventivas, ao invés de reativas e corretivas (Roberts, Veiga e Peiter, 2000). Esta mudança de postura reflete o resultado de debates ocorridos sobre a relatividade dos méritos advindos de regulamentações que exigem que as empresas sigam normas técnicas muito específicas (p.e., o SMCRA de 1977, legislação dos

EUA) versus uma atuação mais genérica baseada nos objetivos da reabilitação. As decisões finais desse debate serão de extrema importância no alcance dos objetivos ambientais, econômicos e sociais do fechamento de minas.

Em associação com as questões acima identificadas, este tópico também irá comentar as práticas de melhor gerenciamento atuais na área de fechamento de mina e reabilitação.

7.7.1 Política de Governo e técnicas de reabilitação

Em resposta ao aumento das pressões econômicas e ambientais, as empresas de mineração na Austrália, Canadá e Estados Unidos têm dirigido esforços para que os seus recursos de P&D sejam investidos para tornar suas operações mais eficientes em termos de custos e menos agressivas ao meio ambiente. Embora o papel principal na inovação tecnológica caiba às indústrias, freqüentemente os Governos são decisivos na questão do avanço tecnológico. Dependendo de como a legislação é elaborada, os Governos podem criar ou remover barreiras para as indústrias melhorarem seus processos de fechamento de minas e reabilitação de áreas mineradas. O mais claro exemplo da relação entre política e tecnologia pode ser encontrado no Surface Mining and Reclamation Act (SMCRA) dos EUA, promulgado em 1977. Este ato cria uma série de normas, estabelecidas a nível nacional, que tratam do fechamento e reabilitação de minas de carvão, e consiste de cem páginas de especificações altamente detalhadas para implantação, manutenção, e reabilitação da mina (Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

Apesar do SMCRA normalmente ser considerado pelos Governos e pelas indústrias como uma lei de grande eficácia, deve se ter muito cuidado na sua utilização como um modelo para outras leis que pretendam regular a indústria mineral à nível nacional. Dado ao detalhamento do SMCRA é necessário que se crie um enorme aparato de suporte com especialistas altamente treinados no tema. Os custos de administração deste ato, portanto, são substanciais e somente devido a importância econômica que a indústria carbonífera possui, ela é capaz de suportar as exigências sem deixar de ser competitiva. Como existe uma grande diferença nas dimensões econômicas dos empreendimentos de mineração, pode se considerar

impossível que um país consiga adotar uma lei como o SMCRA para a indústria mineral como um todo sem causar um colapso.

Outro problema relacionado a adoção de uma lei como o SMCRA para a reabilitação de mina é que este cria enormes barreiras práticas para as empresas introduzirem novas técnicas de reabilitação. Quando abordados por outras agências, a instituição nacional que supervisiona o SMCRA tem demonstrado falta de interesse em qualquer iniciativa que altere o conjunto de regras existente. Um importante obstáculo institucional à alteração é o fato de se considerar que as potenciais inovações beneficiam apenas a indústria.

A prática de regulamentação da indústria de mineração, excluída a de carvão, no Canadá e EUA, permite grande flexibilidade sobre os meios que as empresas adotam para atingir os objetivos de reabilitação do governo. Esta abordagem apresenta alguns problemas, entretanto a perspectiva de encorajar uma maior inovação tecnológica dentro do setor mineral a partir desta tem se mostrado bem sucedida.

7.7.2 As práticas de melhor gerenciamento ambiental

Para tornar suas indústrias de mineração globalmente competitivas, a Austrália, os EUA e o Canadá têm desenvolvido programas que estimulam um bom fluxo de informações entre a sociedade e os setores produtivos. Na consolidação de conhecimentos e experiências sobre reabilitação participam especialistas do Governo, das universidades e da indústria, o compartilhamento das informações é a base das práticas de melhor gerenciamento ambiental da indústria que estão disponíveis para todas as partes interessadas. Um dos mais importantes benefícios desta parceria é que cada membro é também compensado por seu investimento em P&D através dos resultados da pesquisa de outros acerca de uma série de problemas técnicos que tenham em comum.

É interessante notar que a evolução destas práticas de gerenciamento industriais tem sido enorme nos últimos anos. No início estavam centradas na solução dos problemas ambientais, e agora estão também voltadas para minimizar os efeitos sócio-econômicos advindos do fechamento de minas nas comunidades. Isto

reflete um crescimento das questões sociais dentro dos interesses do Governo e das indústrias que de certa forma está ofuscando as questões ambientais como interesse principal quando se planeja o fechamento de uma mina.

América Latina

Cada projeto de fechamento de mina enfrenta seu próprio conjunto de desafios técnicos. Antes de se tentar identificar as formas e os meios apropriados para reabilitar uma área de mineração, é necessário identificar os processos físicos que influenciam as decisões de reabilitação. Estes processos incluem entre outros:

1. As características físicas e químicas da mina, especificamente as que dizem respeito ao material subsidiado e a cobertura de solo;
2. As condições climáticas regionais;
3. As condições da água de superfície e subterrânea;
4. A história da produção da mina;
5. As alternativas de usos da terra para a área após a reabilitação.

Como uma regra geral, é mais fácil utilizar as técnicas existentes para fechar e reabilitar minas em climas áridos. Com o aumento da quantidade de chuva há um crescimento concomitante dos problemas de reabilitação que potencialmente podem se desenvolver. A produção de drenagem ácida de rochas, erosão do solo e as barragens de rejeito tornam-se inquietações importantes quando se decide por uma estratégia de reabilitação para uma área de mina numa região que tem alto índice pluviométrico.

Deve ser enfatizado que um plano de fechamento bem feito é apenas uma das condições básicas para uma reabilitação de mina bem sucedida. A aplicação adequada das práticas de melhor gerenciamento combinadas com a avaliação constante da área são igualmente importantes.

7.8 Facilitação e mediação em disputas de gerenciamento de recursos

Introdução

A razão fundamental para o aumento do nível de envolvimento público nos processos de tomada de decisão é o auxílio no desenvolvimento de melhores políticas públicas que possibilitem que as decisões sejam tomadas com base em um maior número de informações possível (Roberts, Veiga e Peiter, 2000). Os processos que facilitam o aumento de envolvimento público podem potencialmente permitir que todos os envolvidos tenham uma compreensão mais clara a respeito dos fatos, valores, opiniões e aspirações de cada um.

Até pouco tempo atrás, as decisões a respeito do gerenciamento dos recursos minerais eram fundamentalmente tomadas no âmbito do Governo e das indústrias. Essa política não formalizada de exclusão da sociedade na participação nas decisões que a afetam estava baseada numa premissa de que os administradores públicos trabalham melhor quando poupados de desnecessárias interferências públicas. Nos últimos trinta anos os administradores públicos começaram a perceber que a aprovação pública é mais importante na implementação de uma política do que seus conhecimentos técnicos.

Esta nova abordagem de envolvimento público exige mais dos órgãos públicos reguladores. Onde esta abordagem foi implementada com sucesso, a participação pública tem sido responsável pela adoção de decisão mais efetivas, aumentando o apoio público para estas decisões, e pelo fortalecimento das instituições democráticas. Quando não dá certo ocorre o contrário, aumento da insatisfação social, decisões não efetivas e enfraquecimentos das instituições democráticas.

7.8.1 América do Norte

No seu âmago, o desejo da participação pública nos processos de tomada de decisão depende em grande parte da necessidade percebida de gerenciamento público vista à necessidade de aceitação pública da decisão formal. Estudando a história das decisões de gerenciamento de recursos multilaterais na América do Norte, nota-se as disputas entre grupos competidores quando uma das partes (por exemplo, o Governo) falha em reconhecer adequadamente as preocupações do outro (tipicamente o lado mais fraco). Como consequência, muitas das decisões resultantes deste processo não

tem a legitimidade que é necessária para assegurar sua apropriada implementação. Esta questão de legitimidade torna-se ainda mais problemática quando existe uma grande disparidade de poder entre os grupos (frequentemente Governo e indústria versus cidadãos privados).

Para aumentar a legitimidade do processo de tomada de decisão, os Governos do Canadá e dos EUA têm dado passos no sentido de não só de usar a opinião pública para simplesmente validar suas decisões, mas também para envolver o público na decisão das questões que serão consideradas, e na busca de soluções apropriadas.

Escolhendo o modelo adequado

Qual é o nível apropriado de envolvimento público, nem sempre é uma pergunta fácil de responder. Há muitos modelos de envolvimento público para serem escolhidos. Cada modelo tem sido desenvolvido para diferentes políticas e exigências da tomada de decisão. Cada modelo também representa demandas diferentes do Governo e do público para trabalharem juntos na produção de políticas e decisões duradouras. Uma maneira simples de compreender o que diferencia cada modelo é a visão do envolvimento público ao longo de uma série contínua definida com o propósito de colher informações do público. Normalmente se irá deslocar da esquerda para a direita ao longo da série contínua quando se deparar com as seguintes situações:

- A opinião pública está dividida;
- O desejo do público para a ação do governo é ausente ou obscura;
- Há um problema em identificar o interesse específico dos grupos.

Quem deve liderar o processo

A experiência tem mostrado que a escolha dos líderes do Governo no processo de envolvimento público deve ser feita com muito cuidado. Para assegurar a legitimidade das reuniões, o Governo deve indicar alguém que seja reconhecido por todas as partes, por ser imparcial. Dependendo da natureza da questão a ser

negociada, a escolha de quem lidera o processo pode incluir profissionais mais experientes, funcionários eleitos, facilitadores independentes ou uma pessoa escolhida do público envolvido.

O papel do Governo no processo

Para salvaguardar a legitimidade do processo e das decisões que resultam dele, o Governo tem que tomar providências para equilibrar as disputas. Isto significa que em disputas nas quais se opõem a indústria de mineração a cidadãos, o Governo deve ajudar os últimos na apresentação do seu caso. A natureza desta ajuda variará de acordo que o mecanismo de disputa que for selecionado, em geral ela se destinará às áreas seguintes:

- Incluir pessoas que representem a gama dos interesses afetados;
- Fornecer fundos apropriados (para cobrir pesquisa, viagens etc.);
- Fornecer informação;
- Esclarecer declarações sobre metas e objetivos do processo;
- Prover oportunidades para o público fornecer informações construtivas;
- Periodicamente relatar as decisões ao público; e
- Fornecer justificativa para a decisão final.

Tão longo o processo seja reconhecido como justo pelos envolvidos, o tempo e custo adicional exigido para fazer o processo funcionar será justificado através de prestação de contas. Ainda que todas as partes possam não estar de acordo com a decisão final, a experiência tem mostrado que elas a cumprirão.

Construindo novas abordagens para negociação com a indústria mineral

Quando realizado com habilidade, o processo de negociação estabelecido entre representantes da indústria e da comunidade é normalmente limitado às fases de *start-up* operacional de uma mina. A vida de uma mina é longa, e normalmente as formas de comunicação entre a empresa de mineração e a comunidade tem sido muito limitadas. A empresa informa à comunidade que a mina está fechando

(normalmente muito perto do fim do empreendimento) e resta à comunidade juntar os poucos benefícios que sobraram. Provavelmente, quando a mina foi autorizada a funcionar não existiam mecanismos formais que garantissem um planejamento conjunto entre a empresa e a comunidade para garantir um processo de fechamento razoável para ambas as partes. Sem uma abordagem mais sistemática para resolver as questões econômicas e sociais advindas do fechamento de uma mina, decisões sobre usos futuros de áreas de mineração freqüentemente não são satisfatórias para a comunidade que dependia da mina.

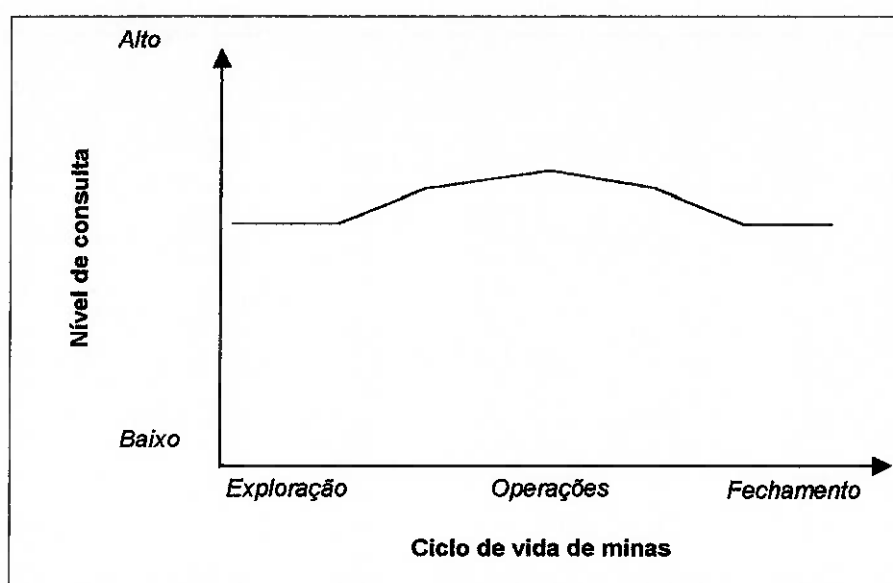


Figura 5 Abordagem para consulta à comunidade (Roberts, Veiga e Peiter, 2000)

Para evitar desnecessários conflitos entre a empresa de mineração e a comunidade que vive em torno desta, alguns pesquisadores sugerem um novo método de consulta à comunidade. Esta abordagem dá muito mais importância ao envolvimento de ambas as partes no desenvolvimento de estratégias de fechamento do que no balanço das necessidades legítimas de cada uma das partes. O ônus deste novo método recai principalmente sobre a indústria. Mais do que encarar isto como outra tentativa do governo de repassar suas responsabilidades sociais para o setor produtivo, os empresários de mineração devem encarar isto como uma concessão necessária para eliminar grande parte dos entraves que sempre estiveram presentes nas relações entre a indústria mineral e a comunidade.

O Canadá fez um importante progresso no desenvolvimento de uma

abordagem que unisse os interesses do governo, da indústria mineral e da comunidade. Esta abordagem, conhecida como Whitehorse Mining Initiative (WMI) Leadership Council Accord, instituída em setembro de 1994, representa o primeiro passo na adoção do conceito de desenvolvimento sustentável pelo setor de minerais e metais canadense. O WMI tentou estabelecer uma série de linhas para a busca do consenso dos vários interessados em vários temas onde se requer ações para tornar a indústria mineral próspera e sustentável no Canadá. O acordo reconhece o fato de que para atingir estas metas, os aspectos econômicos, ambientais e sociais não podem ser considerados isoladamente.

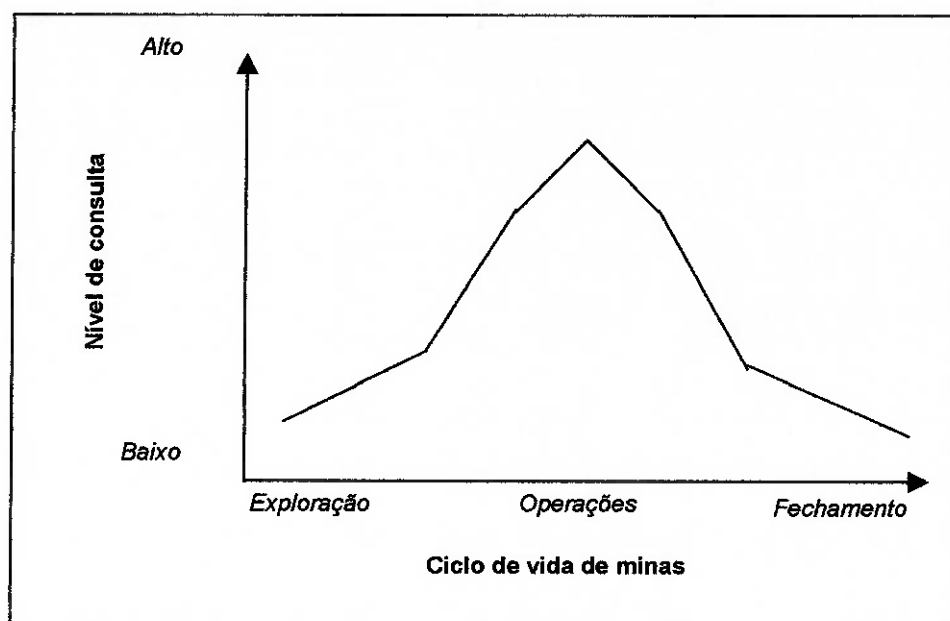


Figura 6 Abordagem pró-ativa para consulta à comunidade (Roberts, Veiga e Peiter, 2000)

7.8.2 América Latina

As técnicas de mediação e facilitação estão sendo cada vez mais vistas como uma importante ferramenta que a indústria mineral pode utilizar para resolução de conflitos. Durante o boom de ouro na Amazônia ocorrido na década de 80, a associação de mineradores do Brasil (IBRAM), e autoridade mineral federal (DNPM), reuniram representantes dos garimpeiros e das empresas de mineração num fórum para tentar resolver o problema das invasões de área. Este fórum não teve

sucesso e concluiu que os conflitos anteriores entre os dois grupos tinham sido tão sérios que não havia possibilidade de resolver este problema através de uma negociação. Isto confirma o senso comum de que as negociações de acordos somente são possíveis quando estas são feitas sobre uma base de confiança mútua e boa vontade.

Após uma cuidadosa revisão da bibliografia disponível, conclui-se que muito pouco tem sido escrito na América Latina sobre a resolução de conflitos no contexto do fechamento de minas. As informações disponíveis sugerem que uma abordagem multiparticipativa tem sido usado com sucesso em alguns casos na busca do consenso sobre o direcionamento do planejamento econômico de uma região após o fechamento de uma mina. Usando uma metodologia similar, existe uma iniciativa atualmente em curso criada para dar assistência aos produtores de pedras decorativas na região de Santo Antônio de Pádua, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Os objetivos desta iniciativa não são somente tentar resolver alguns dos problemas operacionais e legais existentes, mas também levar os diversos interessados a pensar sobre como será conduzida a vida econômica e social da comunidade após o fechamento das pedreiras. A partir daí, torna-se mais provável que a reabilitação das áreas de mineração seja feita de forma consistente com o uso futuro que a comunidade local pretende dar para esta área (Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

A principal área de preocupação na América Latina em relação aos custos sociais e ambientais da mineração está na questão da mineração informal. A metodologia de comando e controle provou ser de pouca eficiência na maior parte dos casos. As questões culturais e educacionais podem ser consideradas como os principais obstáculos para o desenvolvimento técnico, entretanto as dificuldades na obtenção de empréstimos para aumentar a produtividade são também um problema que recebe pouca atenção dos governos. A conciliação de interesses conflitantes em tais casos pode apenas ser estabelecida com o uso de técnicas alternativas de resolução de disputas.

7.9 Ética e fechamento de minas

Introdução

Ética ambiental é um ramo da filosofia moral que diz respeito a questões relativas ao relacionamento apropriado do homem com a natureza, sua compreensão dos processos naturais, sua responsabilidade para manter funções ecológicas, e sua obrigação para preservar um ecossistema viável para o benefício das futuras gerações (Roberts, Veiga e Peiter, 2000). Como a moralidade forma a base de como indivíduos e/ou a sociedade devem viver, a ética é o ponto de referência no qual todas as nossas ações serão em última instância julgadas.

Na avaliação da eficácia das políticas governamentais e da legislação sobre reabilitação de áreas mineradas é importante considerar a pertinência de certas questões técnicas e legais, mas frequentemente não se leva em conta como as decisões sobre fechamento de mina e reabilitação repercutirão sobre a ética dominante na sociedade. Se a legislação e a indústria mineral tiverem um claro entendimento sobre as consequências éticas de suas ações, a insatisfação da comunidade com as ações de reabilitação será menor.

Para esclarecer o relacionamento entre ética e política nas práticas de reabilitação de mina, este tópico examinará as seguintes questões:

- A existência de questões éticas específicas para reabilitação de mina;
- e
- Como a ética e o conceito de desenvolvimento sustentável estão ligados com a reabilitação de mina.

7.10 Ética e meio ambiente

7.10.1 Visão ocidental sobre as causas de nossa atual crise ambiental

Para compreender a posição e a ética daqueles que criticam a abordagem do governo e da indústria na reabilitação, deve-se olhar para trás e obter uma visão do debate sobre o melhor gerenciamento do ambiente natural. O debate frequentemente fica reduzido a alguns detalhes técnicos, mas no seu âmago é realmente uma luta

entre posições éticas diferentes. Algumas opiniões no Ocidente têm sugerido que nossos problemas ecológicos atuais são resultantes basicamente de nossa arrogância e atitude exploradora para com a natureza que está expressa em ensinamentos cristãos ortodoxos (Roberts, Veiga e Peiter, 2000). Outros sugerem que existe uma forte ética ambiental no cerne da tradição religiosa judaico-cristã (Roberts, Veiga e Peiter, 2000). Compreender o significado desta diferença de opinião sobre o papel da religião é particularmente relevante para qualquer discussão de ética na reabilitação de uma mina. Já que a indústria mineral sustenta que suas atividades representam apenas um uso temporário da terra, o debate sobre como as áreas de mina serão melhor reabilitadas parece uma importante questão ética.

7.11 Ética e mineração

A mineração trás benefícios e custos para a comunidade existente em torno dela. Aquelas pessoas que ganham ou perdem com a operação de uma mina são normalmente referidas como "interessados" (Roberts, Veiga e Peiter, 2000). A ética exige que a empresa de mineração identifique a natureza e extensão de suas obrigações para com essas pessoas. De que forma uma empresa deve determinar suas responsabilidades? Roberts, Veiga e Peiter (2000) sugerem que a empresa deve responder os anseios dos interessados em quatro questões principais:

- A implantação de uma mina exige a participação voluntária de muitos indivíduos diferentes. Esta participação voluntária deve ser uma escolha consciente, e a empresa é eticamente obrigada a revelar qualquer informação que possa afetar as decisões dos interessados relacionadas ao projeto;
- A empresa deve identificar todos os interessados involuntários e determinar a extensão da implantação da mina vai impactar a qualidade de vida deles;
- A ética exige que a empresa comprometa-se a distribuir satisfatoriamente entre todos os interessados os custos e benefícios que o empreendimento vai gerar para a comunidade; e
- Uma empresa ética tem obrigação de evitar ações que causem danos aos interessados.

Ao avaliar as responsabilidades éticas de uma empresa de mineração, é necessário considerar o meio ambiente como um acionista separado? Alguns ambientalistas tem argüido que a resposta é sim (Roberts, Veiga e Peiter, 2000). Eles sustentam que os interesses do homem e do meio ambiente não podem ser reconciliadas dentro de uma economia moderna. Ao invés disso Cragg et al. (1997) apud Roberts, Veiga e Peiter (2000) argumentam o contrário sugerindo que para todas as razões práticas não é necessário isolar a natureza como um acionista separado. Eles sustentam que as políticas intencionadas a proteger o bem humano irão inevitavelmente levar a políticas que também protegem o meio ambiente.

7.12 Desenvolvimento sustentável e fechamento de minas: colocando a ética ambiental em prática

O crescimento do interesse público nas questões ambientais tem sido um adicional estímulo para as mudanças implementadas pela indústria mineral. Os termos e condições altamente restritivas que detalham como a empresa deve implantar, operar e fechar uma mina refletem um aumento de sensibilidade da sociedade acerca dos impactos sociais, econômicos e ambientais da mineração (Brevik, et al. 1997, Carbon 1997, Cragg, et al. 1997, & Cordes 1997 apud Roberts, Veiga e Peiter, 2000). A exigência da sociedade para que a indústria mineral se torne mais sustentável está forçando muitos empreendimentos a práticas gerenciais mais saudáveis. Entretanto algumas importantes questões precisam ser respondidas: Como tornar a mineração sustentável? E qual a relação existente entre desenvolvimento sustentável e reabilitação de áreas de mineração (Lavkulich 1991 apud Roberts, Veiga e Peiter, 2000)? Responder estas questões é uma tarefa complexa. Uma abordagem que tem sido usada para simplificar o problema é ver a mineração como um uso temporário da área. A mineração é obrigada a ser sustentável dentro do contexto de sua influência sobre os ecossistemas existentes na área onde está instalada e sobre a comunidade local. De acordo com isto, é natural portanto que as ações de reabilitação tenham grande importância para restabelecer a sustentabilidade do ecossistema e da comunidade que tenha sido afetada pela mineração (Powter et al., 1991 apud Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

7.12.1 América Latina

Uma nova ética está sendo adotada por antigas empresas para aumentar seu desempenho ambiental em resposta ao questionamento público sobre incidentes tais como vazamentos de resíduos, drenagem ácida e a falha da indústria no encaminhamento dos problemas relacionados ao fechamento de mina. Atuar no papel de bons guardiões ambientais é uma preocupação relativamente nova para as empresas mineradoras, mas é um papel que o público crescentemente demanda delas. Mesmo hoje em dia, há menor preocupação pública sobre os danos sociais causados pela dispensa de várias centenas de trabalhadores do que os danos ambientais causados por um vazamento de petróleo. A primeira é vista como uma consequência natural da globalização, enquanto a última é vista como um desastre desempenhado por corporações indesejáveis.

Uma iniciativa muito importante que está recebendo apoio do IDRC através de sua Mining Policy Research Initiative está sendo empreendida pelo CAMMA – Conferência Anual de los Ministros de Minería de las Américas relacionada à questões de fechamento de minas. Um esboço dos princípios gerais que norteiam esta iniciativa, sugere que existe uma necessidade do governo e da indústria tomarem conhecimento dos impactos sociais do fechamento de mina junto com os impactos ambientais e econômicos. Devido à sua crescente importância, as questões sociais foram tema principal do Fórum Internacional de Ministros de Minas, realizado em Toronto em março de 2000.

Outro tema que os Ministros de Minas encaminharam é sobre como o conceito de desenvolvimento sustentável deve ser aplicado no contexto de fechamento de mina. Enquanto se espere que também seja dada grande ênfase ao componente ambiental do desenvolvimento sustentável, as preocupações sócio-econômicas também devem ser encaminhadas.

Na maior parte dos países em desenvolvimento, considera-se que o desenvolvimento sustentável tem cinco componentes centrais (social, cultural, ambiental, econômico e regional). Uma avaliação completa destes cinco componentes poderá ser uma valiosa ferramenta para vencer os problemas de fechamento no futuro.

Como visão geral, pode ser dito que a participação das comunidades nas questões relacionadas ao fechamento de minas na América Latina precisa ser muito trabalhada e considerada tão importante como na abertura da mina. Os grupos que tem sido convidados para participar nos estudos são: legisladores e agências executivas, tomadores de decisões de diversas organizações e políticos, a fim de construir um consenso procurando uma fórmula equilibrada de distribuição de custos e benefícios em relação aos componentes sociais e ambientais do fechamento de minas.

7.13 Capacidade institucional e estratégias de gerenciamento

Introdução

O foco deste tópico será examinar a natureza do relacionamento que existe entre os objetivos da política do governo para o fechamento de minas e a capacitação institucional da indústria para conduzi-lo com sucesso. De uma maneira prática, este tema pode ser uma fonte de atrito desnecessário entre o governo e a indústria quando as expectativas do primeiro excedem a capacidade de desempenho do segundo. Para atingir um equilíbrio apropriado, ambas as partes devem engajar-se numa troca de informações aberta e honesta sobre as formas apropriadas de alcance dos objetivos do governo em relação ao fechamento de mina.

7.13.1 América do Norte

Desde a aprovação de leis na América do Norte estabelecendo a reabilitação de áreas de mineração, os governos e a indústria mineral tem se engajado numa série de negociações, que ainda estão em andamento, sobre qual a melhor forma de atingir os objetivos da legislação. Inicialmente o foco da maioria das leis estava voltado para proteger a saúde das comunidades adjacentes às minas. Ao longo do tempo o escopo das regulamentações foi ampliado para incluir questões ambientais, estéticas e do uso social da terra. No futuro é altamente provável que esta tendência continue na direção de uma abordagem mais holística no planejamento do fechamento.

O caminho tradicionalmente adotado pela indústria e governos para uma comunidade mineral sustentável era constituído de três passos. O primeiro era estabelecer a infra-estrutura para apoiar e educar a força de trabalho. Empresas de mineração no Canadá, por exemplo, foram a força propulsora na criação de infra-estruturas de cidades através de apoio médico, educacional e outros. Algumas das comunidades que nasceram dentro das cidades criadas têm evoluído através da diversificação, enquanto outras tem decaído como consequência do fechamento da mina. O segundo passo era gerar emprego sustentável através da descoberta de outros depósitos de minérios disponíveis no local. O terceiro passo geralmente era deixar a infra-estrutura tal como estradas, energia e alojamentos para as comunidades locais quando a mina era fechada ou em casos de áreas remotas, demoli-la.

O planejamento para o fechamento de minas é relativamente recente e seu escopo ainda está evoluindo. No passado, contribuir para a infra-estrutura era visto por muitas empresas como um bem para as comunidades. Enquanto que a infra-estrutura pesada permanecia, a leve (considerações sociais) e os resíduos ambientais eram vistos como responsabilidades do governo. Experiências têm demonstrado que tijolos e argamassa não são substitutos para educação e organização. Hoje, tanto nas economias desenvolvidas como nas em desenvolvimento, existe uma tendência de criação de comunidades minerais sustentáveis. Existe uma exigência para contribuição na integridade ecológica ou viabilidade do ambiente físico-biótico, na diversificação da economia, e no planejamento da sustentabilidade da comunidade a longo prazo.

O advento do desenvolvimento de minas em áreas remotas que adotam o sistema de operações *fly-in fly-out* tem dado uma dimensão a mais ao planejamento das comunidades minerais sustentáveis. Nestas operações, os depósitos de minérios em áreas remotas são explorados sem o desenvolvimento da tradicional cidade mineira. A mineração *fly-in* trás com ela um conjunto de implicações para as comunidades rurais e remotas. As rotas cíclicas do trabalho *fly-in fly-out* tem um impacto nas pequenas comunidades e na vida familiar, particularmente se esta não teve experiências anteriores com o tipo de emprego que a mineração gera.

Uma grande preocupação com o declínio das comunidades está na probabilidade de os gerentes das empresas de mineração poderem escolher

empregados de centros regionais maiores em detrimento das cidades menores e mais remotas. Por outro lado, as operações *fly-in fly-out* podem ser muito menos destruidoras ambientalmente se a alternativa é construir uma nova cidade de mineração. Significativos custos ambientais (sócio-econômicos e físicos-bióticos) fazem parte da construção de uma comunidade mineral através das exigências por obras de infra-estrutura, escolas, programas sociais e de saúde necessários para manter as pessoas num local remoto. Uma operação *fly-in* pode evitar muitos destes custos trazendo trabalhadores de cidades já estabelecidas. As oportunidades e custos deste tipo de operação tanto para a empresa quanto para as cidades afetadas precisam ser avaliados cuidadosamente caso a caso (Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

Como as regulamentações tem se tornado mais detalhadas, a tarefa de preparar planos de fechamento de mina tem-se tornado cada vez mais complexa e demorada. Enquanto a maioria das empresas de mineração são especialistas em solucionar os difíceis problemas de engenharia do plano, elas não tem experiência para lidar com as questões do meio biótico, do desenvolvimento da comunidade, de paisagismo, de antropologia histórica, etc. Isto tem forçado muitas empresas a mudarem suas tradicionais práticas de contratação no sentido de incluir outros profissionais que não sejam engenheiros e/ou procurar por consultores para prover a especialidade necessária.

Em todo caso a indústria mineral como um todo tem tido que desenvolver novas capacidades para responder ao entrelaçamento das leis de reabilitação da América do Norte. Para aquelas empresas que falham ao lidar com estas novas circunstâncias, os custos, não só para elas como para a mineração em geral, tem sido altos. No caso da indústria de carvão dos EUA, a sua falha em responder às demandas da sociedade resultou na criação do SMCRA, forçando a indústria a melhorar radicalmente seus padrões de desempenho ambiental.

Em retrospecto o SMCRA pode ser visto como um caso onde as mudanças na política do governo chegam perto de exceder a capacitação institucional da indústria para responder com sucesso. Um inesperado benefício do SMCRA foi o de alertar o resto da indústria mineral sobre a necessidade de intensificar seus esforços na reabilitação, enquanto um equivalente ao SMCRA não é decretado para a indústria mineral metalúrgica.

7.13.2 América Latina

Um dos principais obstáculos a implementação dos planos de fechamento de minas e recuperação de áreas está ligado ao fato que os empreendimentos que estão nesse estágio atualmente foram iniciados numa época em que estas questões não eram relevantes e, portanto, não foram estruturados para assumir os custos do processo de desativação, que muitos concordam ser alto no caso de não ter havido planejamento para tal. Apesar das adequações que a legislação ambiental em seu processo de evolução e aperfeiçoamento exigiu destes projetos, muitos dos planos de fechamento e reabilitação foram elaborados para cumprimento de uma exigência burocrática.

A bibliografia consultada afirma que é de extrema importância que as atividades de fechamento e reabilitação sejam consideradas como uma etapa a mais do projeto de mineração, e que seus custos pré-determinados devem ser levados em consideração na avaliação de viabilidade econômica. O que parece que não ocorre até mesmo nos projetos de mineração mais atuais da América Latina, que continuam considerando a apresentação do plano de fechamento e reabilitação como simples exigência burocrática.

Um outro problema é capacidade de fiscalização e controle dos órgãos responsáveis que muitas vezes não tem recursos, humanos e/ou financeiros, suficientes para assumir tal tarefa. Também apresenta-se como problema a difícil interação entre os diversos órgãos públicos envolvidos de todos os níveis de competência (municipal, estadual e federal). Como exemplo podemos citar o caso da Empresa Indústria e Comércio de Minérios S/A - ICOMI, localizada no Município de Serra do Navio, Estado do Amapá, Brasil.

A ICOMI, responsável pela lavra do distrito manganêsífero da Serra do Navio, grande empreendimento que foi viabilizado através de um contrato com o ex-Território Federal, atual estado do Amapá, alegando exaustão das reservas comunicou a paralisação de suas atividades e procurou dar seqüência à transferência do patrimônio físico ao poder público, e dos seus respectivos passivos, conforme acordado. O governo do Estado então solicitou comprovação afirmativa por parte do órgão federal competente, no caso o Departamento Nacional da Produção Mineral –

DNPM, cujo diretor instituiu um grupo de trabalho para elaborar um parecer que está favorável a empresa, contrariando os interesses locais. O início da paralisação das atividades minerárias da ICOMI gerou grande polêmica sobre o destino final do patrimônio a ser revertido ao poder público pela empresa, sendo esta acusada de ter negociado boa parte do patrimônio, antes do término do contrato e estar sucateando o que vai ser devolvido. As discussões a respeito do assunto não envolvem apenas aspectos geológicos, econômicos e ambientais, mas principalmente uma complicada equação jurídica a respeito do contrato firmado. Como resultado os ativos que a mina deixou são insustentáveis economicamente. O governo local não tem condições para operar e manter a rodovia que é a principal via de comunicação da comunidade.

7.14 Avaliação de riscos e reabilitação de áreas de mineração abandonadas

Introdução

A forma de reabilitar mais adequadamente as áreas de mineração abandonadas (AMAs) tem sido grande fonte de debate entre os vários níveis de governo, a indústria mineral e a sociedade. A escala do problema é enorme, estima-se que existem cerca de 500.000 AMAs somente nos EUA (Mining Watch, 2000 apud Roberts, Veiga e Peiter, 2000). A partir de uma perspectiva técnica, a tarefa de recuperar estas áreas torna-se mais difícil devido a uma regulamentação que transforma a intervenção de uma terceira parte excessivamente arriscada.

As questões técnicas mais importantes associadas com AMA que podem afetar o meio ambiente e a segurança pública estão relacionados com a estabilidade do talude de barragens de rejeito abandonadas, subsidência e drenagem ácida.

Este tópico tratará de algumas das mais relevantes questões relacionadas a áreas de mineração abandonadas, incluindo:

- As questões relevantes que os governos devem considerar quando forem negociar o problema de áreas de mineração abandonadas;
- Quais são as alternativas disponíveis para o governo financiar a reabilitação de áreas de mineração abandonadas; e
- Quais são as pré-condições necessárias para determinar quando é possível uma solução de abandono para uma área de mineração reabilitada.

7.14.1 América do Norte

Um exame minucioso nas questões envolvidas na resolução dos problemas atuais de como lidar melhor com as AMAs revela que as soluções não são triviais. Cada área possui uma série de problemas técnicos únicos, e a solução do governo é desenvolver mecanismos legais que estabeleçam a responsabilidade civil e criminal das terceiras partes envolvidas na reabilitação de AMAs. Infelizmente, a melhor forma de alterar a legislação existente é tema de muito debate. Este debate a respeito do tema tem protelado as tentativas do governo de tomar ações decisivas para resolver o problema. Em resposta à inércia dos legisladores, as comunidades organizadas e as ONGs tem cada vez mais exigido que algo seja feito. A necessidade de ações imediatas parece óbvia quando se considera o seguinte:

O governo atualmente leva as empresas de mineração a alocar grande quantidade de recursos para minimizar os efeitos da poluição advindos de sua atividade quando um grande benefício para o meio ambiente poderia ser feito se uma parte destes recursos fosse diretamente utilizado para reabilitar AMAs; e

Parece contraditório estabelecer uma série de normas que levem as empresas que estão operando atualmente a zerar os seus níveis de descargas de resíduos nos efluentes se estes já estão contaminados devido as condições das AMAs.

Canadá

A legislação relacionada à mineração está atualmente voltada para a administração de minas abandonadas e para a reabilitação de minas em Newfoundland e Labrador, Nova Escócia, Nova Brunswick, Quebec, Ontario, British Columbia e Yukon. Em Saskatchewan, Territórios Noroeste, Nunavit e Yukon os órgãos reguladores do governo contam com legislação ambiental voltada para o tema. Em Alberta é usado o Ato de Conservação do Carvão. Manitoba está elaborando um documento político que cobre a administração de áreas de mineração abandonadas. Ao nível federal, Ottawa usa seções do Ato de Avaliação Ambiental, Ato de Proteção Ambiental, Ato de Pescaria, e Ato de Controle de Energia Nuclear para gerenciar a reabilitação de áreas de mineração abandonadas em terras federais.

A maioria das jurisdições no Canadá exige que os planos de fechamento de minas sejam aprovados antes que as operações da mineração iniciem. Apenas na província de Quebec o governo exige que os planos de fechamento contenham provisões para tratar acidentes que possam ocorrer após a reabilitação ter sido feita. Várias províncias e territórios estão atualmente revisando seus regulamentos para dar conta dos problemas que possam ocorrer após a reabilitação. O governo de British Columbia tem estudado a possibilidade de exigir seguro das empresas para cobrir custos de um eventual acidente após a reabilitação.

Sistemas de prioridade

Todas das dez províncias canadenses, os Territórios do Noroeste e Yukon têm legislação em vigor que exige que as empresas mineradoras estabeleçam fundos para especificamente serem usados na reabilitação após o fechamento da mina. No caso da empresa mais tarde ir a falência, a maioria das províncias tem em vigor um sistema prioritário para alocação de fundos para reabilitação baseado em fatores tais como a proximidade de áreas povoadas, saúde pública e segurança, e a proteção do meio ambiente. Duas agências, a Federal DIAND e o Ontario Ministry of Northern Development and Mines (OMNDM) têm introduzido ferramentas gerenciais automáticas para auxiliar a avaliação de riscos potenciais de áreas de mineração abandonadas. A Northern Environment Risk Assessment Strategy (NAP) é usada pela DIAND. A NAP usa quatro fatores básicos: confiabilidade legal e ambiental, ameaças à saúde humana e segurança, obrigações reivindicadas de povos aborígenes, e interesses públicos. O OMNDN usa um sistema chamado de Abandoned Mine Hazard Rating System (AMHAZ). O AMHAZ faz uma classificação de risco para cada área de mineração abandonada baseada em fatores que incluem prováveis riscos para a saúde pública e segurança, o meio ambiente, as instituições sociais e a economia local.

Estados Unidos

Como no Canadá, a divisão de responsabilidade entre os governos federal e

estadual complica mais a busca por soluções ao problema das áreas de mineração abandonadas. Embora os estados se encarreguem mais da responsabilidade regulamentar sobre as terras de minas abandonadas, freqüentemente os Atos Federais exercem a maior influência. Sob responsabilidade da Environmental Protection Agency (EPA), a política das AMAs está sujeita ao programa de licenciamento do Federal Clean Water Acts (FCWA), Seção 402 do National Pollutant Discharge Elimination System (NDPES). A Seção 402 exige que todas as descargas das minas devem ser tratadas para atender os padrões de qualidade da água. Infelizmente uma consequência do não atendimento do regulamento tem sido um desincentivo esmagador para quaisquer esforços voluntários de limpeza de AMAs. Como a contaminação da área pode ser herdada, é muito arriscado, tanto para as agências públicas como para as privadas assumirem o papel do “Bom Samaritano”.

A responsabilidade também afasta as empresas mineradoras de voltar aos distritos mineiros históricos e reiniciar a mineração em AMAs ou realizar trabalho voluntário de limpeza. Estas ações podem significar valiosos benefícios ambientais e econômicos para a comunidade local, entretanto as empresas interessadas estão justificadamente hesitantes em assumir a responsabilidade pela limpeza de AMAs.

Criando fundos para a reabilitação

Nos EUA há dois importantes fundos para limpeza de AMAs. O primeiro – o Abandoned Mine Reclamation Fund – foi criado por um imposto nacional na mineração de carvão. Uma severa limitação do fundo é que ele prioriza a limpeza de minas de carvão abandonadas sobre outros tipos de minas, indiferente aos riscos ambientais ou de segurança associados com a área (Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

A outra fonte de recursos para a reabilitação de AMAs é o programa Superfund. Ele também contém muitos problemas que prejudicam seriamente sua plena utilização. Um problema é a própria fonte de recursos do Superfund. O fundo foi criado através de uma taxa na indústria química dos EUA. Pode parecer estranho que um fundo concebido para encaminhar os problemas ambientais de uma indústria esteja sendo usado para tratar os problemas de outra. Outro problema com o fundo é que para ter acesso ao dinheiro se deve assumir a responsabilidade pela área.

Soluções encaminhadas

As verdadeiras soluções são poucas para uma AMA cuja drenagem não atende os padrões de qualidade da água especificados no Clean Water Act. Neste cenário, qualquer um que adquira a área poderá, por exigência da lei, ter que arcar com um caro sistema de tratamento até o efluente atender os padrões federais, ou tratar o efluente até que se obtenha um sistema de água inerte. Todas as áreas onde a drenagem ácida de rochas é particularmente um problema, os custos associados com o tratamento da água a longo prazo pode ser facilmente orçado em dezenas de milhões de dólares. Até o momento da elaboração de um sistema de custos mais efetivo para o tratamento da drenagem ácida de rochas perfeito, a solução para muitas AMAs pode não ser possível.

7.14.2 América Latina

Normalmente a tarefa de lidar com as AMAs é muito difícil, entretanto no Brasil ela é ainda mais complicada devido ao fato de existir pouca cooperação entre os diferentes níveis de governo envolvidos na resolução do problema. Qualquer ação preventiva deve envolver questões importantes como o financiamento da reabilitação de AMAs e a criação de um processo público para decidir o uso futuro das AMAs.

Outro grande problema que também deve ser considerado é a falta de informação que acompanha as discussões sobre os problemas de AMAs no Brasil. Na maioria dos casos não existem dados disponíveis para avaliar os impactos locais na qualidade da água e do ar em AMAs. Sem estes dados fica impossível medir o risco e definir prioridades na reabilitação destas áreas. Um primeiro passo para resolver o problema, seria construir uma base de dados sobre áreas de mineração recuperadas e abandonadas que pode ser estendido para toda a América Latina.

Alguns projetos de reabilitação de AMAs tem surgido no Brasil, e as empresas têm até agora declinado do papel de líder no processo. Por causa disso o governo tem assumido a responsabilidade de propor soluções para os problemas de AMAs no país (Bitar, 1997 apud Roberts, Veiga e Peiter, 2000).

7.15 Qualidade da água

Introdução

Como os aspectos técnicos relacionados ao fechamento de minas são normalmente mais visíveis e quantificáveis do que os assuntos sociais, estes recebem maior atenção de empresários, fiscais e legisladores. Grandes investimentos têm sido feitos para obter-se soluções mais apropriadas para os problemas relacionados aos efluentes de mineração, mas infelizmente soluções definitivas ainda não são universalmente consagradas.

A mineração e as atividades relacionadas a esta podem causar efeitos ambientais que, dependendo da sua natureza específica, podem impactar adversamente a qualidade da água. Enquanto muito tem sido feito nas últimas duas décadas para abordar os problemas de efluentes líquidos da mineração, o objetivo de "emissão zero" ainda continua longe de alcance. Como os sistemas aquáticos e a biota são normalmente sensíveis mesmo às menores mudanças em condições de pH, metais pesados e/ou sólidos em suspensão, a indústria mineral vive constantemente sob grande pressão para minimizar seus impactos ecológicos. Uma organização não-governamental de Washington, o MPC - Mineral Policy Center, ativa em assuntos ambientais, apresentou um documento com uma série de sugestões de mudanças a serem implementadas na indústria mineral para redução do impacto nas águas superficiais e subterrâneas. O documento contém críticas válidas, que não obstante sejam genéricas, podem ser de importância no contexto específico de cada mina. Por exemplo, o Centro promove o total banimento de deposição submarina de rejeitos de tratamento de minérios ignorando o fato que, sob certas circunstâncias e em casos específicos, esta prática tem sido a mais eficaz para prevenir drenagem ácida de rochas e para reduzir o impacto estético de pilhas de rejeito.

A drenagem ácida de rochas ou de minas tem sido considerada como um dos maiores desafios da indústria no que diz respeito a reabilitação e fechamento de minas. A drenagem ácida de rochas ocorre naturalmente em regiões com altas concentrações de sulfetos. Contudo, quando uma operação de extração expõe a rocha sulfetada ao ar e água, este processo leva a aceleração da drenagem ácida, via de

regra liberando metais pesados associados aos sulfetos contidos nos rejeitos. Em geral os metais quando entram no meio ambiente aquático reagem com outros constituintes dos solos, água e sedimentos do fundo. Os metais são então removidos da solução e fixados em sedimentos ou partículas em suspensão. O dano causado pela drenagem ácida de rochas pode ser reduzido quando os metais são fortemente adsorvidos por hidróxido ferroso, óxidos de manganês, ou argilo-minerais.

O intenso processo de intemperismo nos trópicos cria condições para minimizar, em alguns aspectos, os efeitos da liberação de metais em correntes ácidas. Os argilo-minerais são naturalmente abundantes nos trópicos e como foi mencionado anteriormente, as argilas podem mitigar alguns dos efeitos da drenagem ácida de rochas. Ao contrário, em climas temperados ou subtropicais, como aqueles encontrados na América do Norte e na parte sudeste da América do Sul, a drenagem ácida pode ser um problema sério.

Como a mineração e o processamento mineral usualmente utilizam grandes quantidades de água, isto tem sido uma fonte de conflito em locais onde o abastecimento é limitado. Num esforço de reduzir algumas destas fontes de conflito, a indústria tem ativamente promovido o uso de tecnologias que permitam reciclagem de água de processo. Por exemplo, no Canadá, 70% da água de processo é reciclada. Mesmo com altas taxas de reciclagem, o problema da qualidade da água é assunto de grande preocupação para comunidades vizinhas às minas. O armazenamento de água de processo e polpas de rejeito incorre em risco de mobilidade e acesso dos poluentes aos cursos d'água. O assoreamento tem sido um dos problemas mais comuns quando ocorrem vazamentos de represas de rejeitos como resultado de práticas inadequadas de gerenciamento ambiental ou do uso de monitores hidráulicos como observado em mineração de depósitos aluvionares no norte do Canadá e nos garimpos na América Latina. A entrada de contaminantes nos sistemas aquáticos se dá primordialmente associada a material particulado em suspensão. Assim represas de contenção de rejeitos de mineração representam uma permanente fonte de perigo e ansiedade para comunidades locais. O aumento da turbidez da água causado pelos sedimentos em suspensão pode levar ao decréscimo do crescimento da vida aquática pela redução do processo de fotossíntese de plantas que são fontes de alimentos de animais aquáticos.

Os principais efeitos da mineração nos sistemas aquáticos foram listados por

Bakau (1993) apud Roberts, Veiga e Peiter (2000):

- Sólidos em suspensão e sedimentos provenientes de plantas de processamento mineral;
- Drenagem ácida de rochas durante e após o funcionamento da mineração;
- Metais pesados lixiviados de rejeitos e em torno da mina;
- Sulfato, tiosulfato, politionatos, etc. derivados da drenagem ácida;
- Arsênio e outros sais derivados da oxidação de águas de minas;
- Mercúrio, quando usado no processo ou proveniente do próprio minério
- Cianeto, quando usado no processo de lixiviação;
- Óleos e combustíveis de operações auxiliares;
- Outros reagentes químicos usados no processo de extração e processamento;
- Poluentes contidos em águas subterrâneas que podem ser trazidos para superfície e descarregados nas adjacências da mina;
- Esgoto proveniente das instalações da mineração.

Por si próprio, o grande volume de rejeitos produzido pela atividade de mineração e processamento deveria causar um menor impacto ambiental. Contudo quando águas superficiais e subterrâneas entram em contato com esses rejeitos, metais e outras possíveis substâncias tóxicas são mobilizadas. Quando esta mobilidade é incontrolável, leva a sérios impactos nos corpos aquáticos.

Em muitas regiões do globo, a disposição fluvial de rejeitos tem sido utilizada há longo tempo criando impactos ambientais e difamando a imagem da indústria mineral. Esta é uma diferença fundamental de responsabilidade para disposição de rejeitos em ambientes aquáticos (lagunar ou marinho).

As represas de rejeitos podem ser consideradas como uma das maiores estruturas de obra civil construída pelo homem. Algumas represas retêm cerca de 100 milhões de toneladas de polpas de rejeito. Com mais de 3.500 represas de rejeito construídas no mundo, estas estruturas representam um dos grandes e crescentes problemas da indústria mineral (Davies et al., 2000 apud Roberts, Veiga e Peiter,

2000). O recente rompimento de algumas destas represas resultou na perda de vidas humanas, extenso dano do ambiente aquático e terrestre e sérios custos para as minas. Alguns dos contaminantes das águas superficiais e subterrâneas provenientes de rompimentos de represas de rejeitos incluem metais pesados, ácidos, cianeto e em alguns casos, elementos radioativos.

7.15.1 América do Norte

O grau de contaminação de ecossistemas aquáticos resultante de processos naturais, isto é não antrópicos, tem sido investigado pela Associação Canadense de Mineração com colaboração do Conselho Internacional de Metais no Ambiente (ICME). Esta instituição, com sede em Ottawa, representa 27 das maiores empresas de mineração no mundo. Independente da fonte de contaminação, seja ela natural ou artificial, caso o sistema aquático próximo a mina seja afetado, a responsabilidade recai sobre a companhia. Portanto, as companhias de mineração têm se esforçado para entender os processos físicos e químicos que causam transformação e dispersão dos metais em cursos d'água de forma a aplicarem as medidas remediadoras mais adequadas. Em alguns casos as companhias têm percebido que entendendo o ciclo biogeoquímico dos metais traços em diferentes compartimentos ambientais, é possível desenvolver soluções definitivas na etapa de fechamento da mina. Contudo, no caso de drenagens de minas abandonadas, se requer "eternos" monitoramentos e manutenção do local após o fechamento, devido a falta de um melhor conhecimento das reações geoquímicas locais.

O uso de água pela mineração tem sido um assunto polêmico em muitas jurisdições, como em Nevada, EUA, onde os recursos hídricos são escassos. Para sustentar a operação das minas, é necessário desviar canais, retirar água subterrânea e criar represas afetando de maneira irreversível o nível do lençol freático. O projeto da mina pode, em alguns casos, também alterar os fluxos dos cursos d'água.

A qualidade da água é afetada pelas diversas fontes de drenagem ácida provenientes de minas a céu aberto, pilhas de rejeitos, rejeitos de processo e pilhas de minério. Minas a céu aberto, em particular, podem expor grandes quantidades de rochas sulfetadas que podem afetar a qualidade da água através da geração de ácido.

A magnitude do problema de drenagem ácida de rochas gerada por sulfetos provenientes de atividades mineiras no contexto americano é gigantesca, pois estima-se que afeta 16.000km de cursos d'água e cerca de 12.000ha de represas. Em 1987, foi estimado que somente no Canadá, a drenagem ácida de rochas de minas ativas e abandonadas impactava uma área de aproximadamente 15.000ha. Os custos estimados de tratamento deste problema foi conservadoramente estimado em 6 bilhões de dólares canadenses. Numa tentativa de abordar o problema, o governo canadense criou o Programa de Drenagem Neutra em Ambiente de Mineração (MEND) cujo principal objetivo é prover base científica, técnica e econômica para a indústria e agências do governo de modo a prever o que for necessário para o estabelecimento de ações de gerenciamento de longo prazo no monitoramento e combate dos efeitos dos rejeitos reativos de mina e processamento.

A deposição subaquática de rejeitos de minas e processamento pode ocorrer em cava de mineração à céu aberto, em lagos, oceano ou numa represa artificial. O baixo conteúdo de oxigênio na água reduz a propagação da oxidação dos sulfetos e conseqüente geração de ácido. Em um simpósio técnico, ocorrido em Vancouver em 1999, Canadá, vários autores abordaram a deposição subaquática de rejeitos como uma das mais seguras soluções para o problema de geração de ácido de rejeitos sulfetados. Contudo, existem muita apreensão por parte do público e entidades regulamentadoras relacionada aos problemas causados por este tipo de deposição de rejeitos no ambiente bêntico. Deposição subaquática requer conhecimentos avançados da hidrogeologia local e regional assim como caracterização dos rejeitos. A mina de Island Copper na ilha de Vancouver, BC, Canadá é um exemplo de local onde esta técnica foi bem sucedida. De 1974 a 1995, entre 30.000 e 60.000t de rejeitos foram diariamente descarregados a 50m de profundidade no oceano Pacífico. Por cerca de 30 anos um programa de monitoramento marinho foi conduzido por um time de cientistas independentes para determinar que efeitos este tipo de deposição teria sobre o ambiente receptor. Os cientistas concluíram que os peixes e moluscos não experimentaram nenhum efeito adverso e que a população marinha local retornou aos níveis iniciais anteriores a deposição. Em todo caso, a deposição subaquática de rejeitos não é uma solução universal e depende de muitos fatores específicos como a profundidade do corpo d'água, tipo de rejeito e características do

local. Este ainda é um assunto que tem criado polêmica e merece investigação adicional.

Sobre todos os processos de remediação de drenagem ácida de rochas, o mais prudente é a redução da produção de rejeitos ricos em sulfetos utilizando procedimentos de tratamento de minério. Contudo o procedimento mais utilizado (e atualmente de custo mais efetivo) para prevenir e controlar a drenagem ácida de rochas é o uso de coberturas secas para desviar ou impedir a penetração e migração de águas para dentro de pilhas de rejeito. Existe um grupo de engenheiros ambientais canadenses que acreditam que os custos associados à flotação de sulfetos de rejeitos deve ser inferior aos custos de construção de coberturas secas em cima de pilhas de rejeito. A aplicação desta metodologia poderia viabilizar uma solução definitiva, sem custos de futuros monitoramentos, para as minas contendo rochas sulfetadas.

Uma outra alternativa para tratamento de drenagem ácida de rochas é a construção de "pântanos" (*wetlands*) aeróbicos ou anaeróbicos. Usados extensivamente para precipitação de ferro, alumínio e manganês de efluentes de minas, o Bureau of Mines americano estima que mais de 400 *wetlands* aeróbicos foram construídos nos EUA para tratarem águas provenientes das minas de carvão. A absorção de metais pela matéria orgânica parece ser o mecanismo predominante na remoção de contaminantes das drenagens ácidas. Apesar do uso de *wetlands* anaeróbicos para tratamento de efluentes contendo metais pesados ser promissor, este ainda encontra-se em fase experimental e com aplicação limitada a grandes operações de mineração.

Muitos avanços têm sido feitos nos últimos dez anos no controle da drenagem ácida de rejeitos da mina. Testes apropriados para caracterização dos resíduos e interpretação científica dos dados são considerados essenciais para o desenvolvimento de práticas apropriadas de gerenciamento de resíduos. Com o aumento da compreensão sobre os mecanismos responsáveis pela produção de drenagem ácida de rochas, pode ser possível avaliar o potencial de geração de ácidos dos rejeitos em estágios iniciais do ciclo de vida operacional de uma mina. Nesta etapa é importante compreender os fatores que promovem e inibem a produção de ácidos nos rejeitos de sulfetos. A avaliação do potencial de geração de ácidos de um rejeito pode até tornar a mina anti-econômica quando os custos de reabilitação para a

mitigação da drenagem ácida de rochas são levados em consideração.

Nos EUA existe a Acid Drainage Technical Initiative (ADTI) que tem um propósito semelhante. De um ponto de vista administrativo, existe a necessidade de criação de um órgão a nível mundial que teria como objetivo facilitar a troca de informações sobre o tema drenagem ácida de rochas. O conceito da informação compartilhada esclareceria as exigências tecnológicas na indústria e concentraria os recursos industriais em áreas onde está faltando conhecimento.

7.15.2 América Latina

Dada a grande diversidade de clima, geologia e tipo de atividade de mineração, não é surpresa que não exista apenas um único tipo de problema relacionado à qualidade de água na América Latina. Por exemplo, no Brasil um dos problemas principais é o controle da poluição de mercúrio nos cursos d'água causada pelo enorme contingente de mineradores artesanais (garimpeiros). No caso do Chile, a preocupação se concentra, ainda que de maneira tímida, no problema da drenagem ácida de rochas, devido a grande expressão da extração de minérios sulfetados de metais bases naquele país.

Brasil

O Brasil é um importante produtor de muitos tipos de minerais, entretanto é a produção de ouro que mais interessa para os que estudam os efeitos da mineração na água. Pelas estimativas existem cerca de 10.000 pequenas minerações e minerações artesanais no Brasil, empregando de 100.000 a 250.000 pessoas. Enquanto a mineração por si só pode causar sérios problemas de qualidade de água devido ao assoreamento de cursos d'água, o problema é agravado quando se usa indiscriminadamente mercúrio para recuperar ouro fino. Devido ao baixo custo do mercúrio, a natureza irregular da atividade de mineração artesanal, a falta de suporte técnico e de educação, os garimpeiros não fazem qualquer esforço para reciclarem mercúrio e reduzem a emissão deste poluente. Como resultado, tem sido estimado, ainda que grosseiramente, que para cada tonelada de ouro recuperado, os garimpeiros

emitem igual quantidade de mercúrio para o ambiente.

Muitos estudos têm mostrado que os peixes de águas escuras na Amazônia têm níveis de mercúrio significativamente mais altos do que aqueles de rios de águas claras (pobre em matéria orgânica dissolvida). Os mecanismos específicos de controle são amplamente conhecidos, apesar de alguns pesquisadores sugerirem que os ácidos orgânicos podem favorecer a metilação do mercúrio. Metil mercúrio é um composto altamente solúvel, prontamente biodisponível e extremamente tóxico. Elevados níveis de mercúrio e sintomas de intoxicação crônica tem sido documentados por toda a Amazônia. Em muitas comunidades, mesmo distantes das atividades mineiras, onde o peixe é a principal fonte de proteína, têm sido detectados altos níveis de mercúrio no sangue dos habitantes. Os potenciais impactos relacionados ao consumo prolongado de peixes com concentrações ainda que moderadas de metilmercúrio inclui danos neurológicos, perda da visão periférica, perda da sensibilidade nas extremidades dos membros, dificuldades de fala e audição e perda do equilíbrio emocional. Além do mais, o mercúrio interfere no desenvolvimento intelectual com efeitos variando da dificuldades de aprendizado ao retardo mental.

A poluição mercurial causada por garimpeiros de ouro, assim como por outras fontes como queima de madeira e combustíveis fósseis, inundações de reservatórios de água, etc. tem sido de grande apreensão para todas as nações Amazônicas. A bioacumulação de mercúrio em organismos aquáticos tem sido demonstrado por inúmeros programas de monitoramento mas pouco tem sido feito pelos governos para prover soluções ao problema. Um grande número de organizações brasileiras e internacionais têm publicado artigos técnicos e procedimentos legais para redução das emissões de mercúrio em países em desenvolvimento, mas essas medidas são raramente implementadas ou mesmo atingem níveis mais organizados das associações de garimpeiros. Infelizmente a redução das atividades de mineração artesanal como consequência do fim dos minérios de ouro de fácil extração, parece ser a única razão pela qual as emissões de mercúrio dos garimpos têm reduzido. Como nenhuma ação de limpeza de áreas poluídas tem sido feita na América Latina, o legado de enfrentar o problema de poluição de cursos d'água será passado para futuras gerações.

8. CONCLUSÕES

O processo de recuperação ambiental deve ser parte de uma estratégia ambiental corporativa, pois seus objetivos são diretamente influenciados pela postura adotada pela empresa diante das ações do campo organizacional. Este processo deve envolver a empresa, seus funcionários, a comunidade afetada diretamente pelos efeitos da mina e o órgão ambiental, através do estabelecimento de metas a serem alcançadas ao longo da vida útil da mina. A participação, principalmente da opinião pública, é fundamental para a indústria mineral, já que depende dela para desenvolver suas atividades. Por isso, a indústria mineral deve se empenhar ao máximo para ser um exemplo de corporação empenhada no bem estar social, ou seja provar que a implantação, operação e fechamento de uma mina podem ser realizados sem nenhum dano irreparável. Para isso é necessário que os governos e os líderes da indústria tenham cada vez mais um conhecimento melhor acerca das consequências biofísicas e sócioeconômicas da mineração.

Infelizmente, a ausência de uma regulação ambiental eficiente e sistematizada, tem prejudicado o planejamento a longo prazo na recuperação ambiental e fechamento das minas. Várias empresas só elaboram o plano de desativação ao final da vida útil da mina, quando estão descapitalizadas, o que só aumenta o passivo ambiental e social gerado nas comunidades da sua área de influência.

Buscando se alinhar com as diretrizes ambientais para fechamento de uma mina, a CVRD está elaborando um documento que permita a orientação para o fechamento de minas, através da adoção de metodologias que permitam a padronização das etapas existentes. Além disso o documento permitirá a valoração dos itens que compõem o fechamento de uma mina. As diretrizes estarão consolidadas de forma detalhada, com orientações gerais sobre o tema fechamento de mina e o detalhamento das melhores práticas para a reabilitação de áreas degradadas, e ainda informações sobre o uso de tabelas com os quantitativos das atividades a serem realizadas para a reabilitação/desativação.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANZMEC MINERALS INDUSTRY. **Mine Closure**. Australian and New Zealand Minerals and Energy Council, 1999.

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. **Diretrizes para fechamento de mina**. Carajás, 2003 (Relatório interno).

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. **Guia para fechamento de mina**. Carajás, 2003 (Relatório interno).

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. **Plano de recuperação de áreas degradadas**. Carajás, 1993 (Relatório interno).

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. **Plano de fechamento da mina do Igarapé Bahia (Geoconsultoria)**. Carajás, 2001. 60p.

INTERNATIONAL COUNCIL ON METALS AND THE ENVIRONMENT (ICME). **Mine Closure**. Ottawa, 1998. 55p.

LIMA, H.M. **Liability Assessment: a tool for mine closure planning**. 2002. 196p. Dissertação (Doutorado). University of Wales, Aberystwyth.

NASCIMENTO, A.R. **Recuperação ambiental de áreas mineradas no Brasil: ocorrência de planejamento a longo prazo**. Viçosa: 2001. 81p. Dissertação de mestrado.

REIS, N.L.; BARRETO, M.L. **Desativação de empreendimento mineiro no Brasil**. São Paulo: Editora Signus, 2001. 39p.

ROBERTS, S.; VEIGA, M.; PEITER, C. **Panorama do fechamento de minas e da reabilitação nas Américas**. MPRI/IIPM. Vancouver: 2000. 80p.

ROBERTS, S.; VEIGA, M.; PEITER, C. **Preenchendo o vazio: a mudança da fisionomia da reabilitação de áreas mineradas nas Américas.** MPRI/IIPM. Vancouver: 2000. 50p.

SÁNCHEZ, L.E. **A desativação de empreendimentos industriais: um estudo sobre o passivo ambiental.** São Paulo: 1998. 178p. Tese (Livre-Docência). Universidade de São Paulo.

SOUZA, P.A. **A dimensão ambiental no planejamento da mineração – um enfoque empresarial.** Salvador: SEI, 2001. p. 280-305.

SOUZA, M.G. **Fechamento de mina: aspectos legais.** São Paulo, 2001.
www.brasilminingsite.com.br