

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/235985974>

Guia de Boas Práticas de Recuperação Ambiental em Pedreiras e Minas de Calcário

Book · June 2012

CITATIONS

2

READS

342

2 authors:



Ana Neri

University of São Paulo

13 PUBLICATIONS **52** CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Luis E. Sánchez

University of São Paulo

123 PUBLICATIONS **980** CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Innovation in Impact Assessment Theory and Practice: a bibliometric study [View project](#)



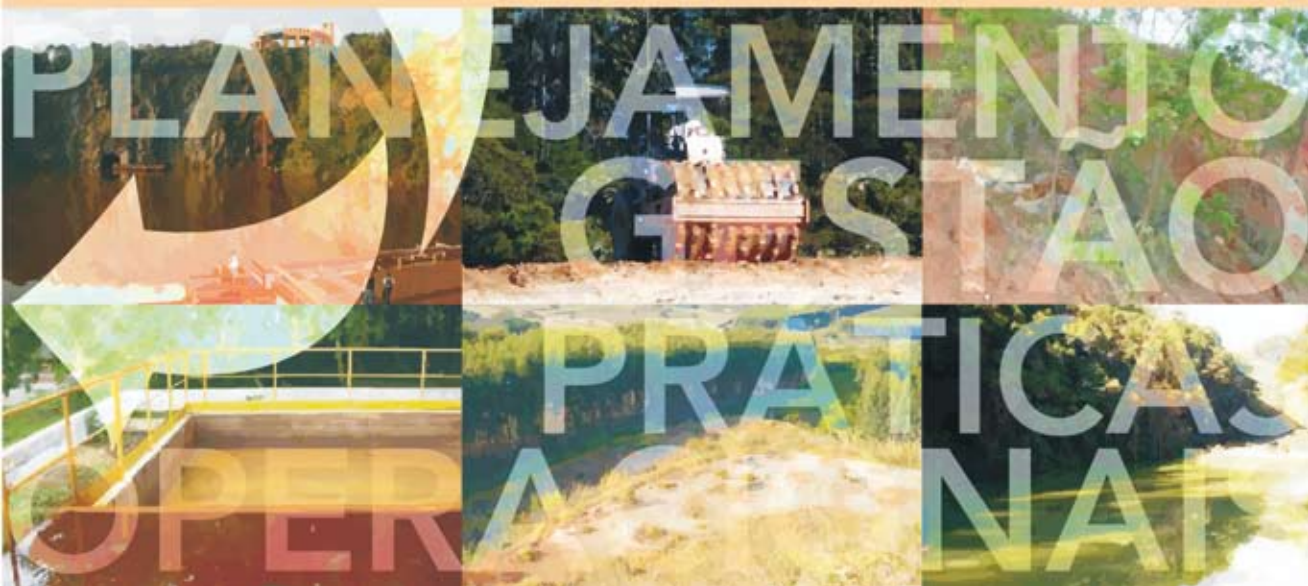
EIA - SEA - HIA - Public participation [View project](#)



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

GUIA DE BOAS PRÁTICAS DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL EM PEDREIRAS E MINAS DE CALCÁRIO

Ana Claudia Neri
Luis Enrique Sánchez



Ana Claudia Neri
Luis Enrique Sánchez

GUIA DE BOAS PRÁTICAS
DE RECUPERAÇÃO
AMBIENTAL EM PEDREIRAS
E MINAS DE CALCÁRIO

DIRETORIA - GESTÃO 2009/2011

Presidente: Fernando Facciolla Kertzman
Vice-Presidente: Gerson Salviano de Almeida Filho
Diretora Secretária: Kátia Canil
Diretor Financeiro: Luiz Fernando D'Agostino
Diretor de Eventos: Elisabete Nascimento Rocha
Diretor de Comunicação: Marcelo Fischer Gramani

CONSELHO DELIBERATIVO

Elaine Cristina de Castro, Elisabete Nascimento Rocha, Fabio Canzian da Silva, Fabrício Araújo Mirandola, Fernando Facciolla Kertzman, Fernando Ximenes T. Salomão, Gerson Almeida Salviano Filho, Ivan José Delatim, Kátia Canil, Leonardo Andrade de Souza, Luiz Antonio P. de Souza, Luiz Fernando D'Agostino, Marcelo Fischer Gramani, Newton Moreira de Souza, Selma Simões de Castro.

NÚCLEO RIO DE JANEIRO

Presidente: Nelson Meirim Coutinho - Vice-Presidente: Antonio Queiroz
Diretor Secretário: Eusébio José Gil - Diretor Financeiro: Cláudio P. Amaral
End.: Av. Rio Branco, 124 / 16º andar - Centro - 20040-916 - Rio de Janeiro - RJ
Tel : (21) 3878-7878 Presidente - Tel.: (21) 2587-7598 Diretor Financeiro

NÚCLEO MINAS GERAIS

Presidente: Maria Giovana Parizzi - Secretário: Frederico Garcia Sobreira
Tesoureiro: Luís de Almeida P. Bacellar - Diretor de Eventos: Leonardo A. Souza
End.: Univ. Fed. de Ouro Preto - Depto. Geologia - 35400-000 - Ouro Preto/MG
Fone: (31) 3559.1600 r 237 Fax: (31) 3559.1606

REPRESENTANTES REGIONAIS	UF
ROBERTO FERES	AC
HELIENE FERREIRA DA SILVA	AL
JOSÉ DUARTE ALECRIM	AM
CARLOS HENRIQUE DE A.C. MEDEIROS	BA
FRANCISCO SAID GONÇALVES	CE
NORIS COSTA DINIZ	DF
JOÃO LUIZ ARMELIN	GO
MOACYR ADRIANO AUGUSTO JUNIOR	MA
ARNALDO YOSO SAKAMOTO	MS
KURT JOÃO ALBRECHT	MT
CLAUDIO FABIAN SZLAFSZTEIN	PA
MARTA LUZIA DE SOUZA	PR
LUIZ GILBERTO DALL'IGNA	RO
CEZAR AUGUSTO BURKERT BASTOS	RS
CANDIDO BORDEAUX REGO NETO	SC
JOCÉLIO CABRAL MENDONÇA	TO



DIRETORIA - GESTÃO 2012/2013

Presidente: João Jerônimo Monticeli
Vice Presidente: Eduardo Soares de Macedo
Diretor Secretário: Fabrício Araujo Mirandola
Diretor Financeiro: Jair Santoro
Diretor Financeiro Adjunto: Adalberto Aurélio Azevedo
Diretor de Eventos: Luciana Pascarelli dos Santos
Diretor de Eventos Adjunto: Kátia Canil
Diretor de Comunicação: Marcelo Fischer Gramani
Diretor de Comunicações Adjunto: Ivan José Delatim

CONSELHO DELIBERATIVO

Adalberto Aurélio Azevedo, Eduardo Soares de Macedo, Fabrício Araujo Mirandola, Fernando Facciolla Kertzman, Ivan José Delatim, Jair Santoro, João Jerônimo Monticeli, José Luiz Albuquerque Filho, Kátia Canil, Leandro Eugênio Silva Cerri, Luciana Pascarelli dos Santos, Luis de Almeida Prado Bacellar e Marcelo Fischer Gramani. Suplentes: Aline Freitas Silva, Daniel Augusto Buzzatto de Lima, Ingrid Ferreira Lima, Jacinto Costanzo Junior e Jorge Pimentel.

NÚCLEO RIO DE JANEIRO

Presidente: Nelson Meirim Coutinho - Vice-Presidente: Antonio Queiroz
Diretor Secretário: Eusébio José Gil - Diretor Financeiro: Cláudio P. Amaral
End.: Av. Rio Branco, 124 / 16º andar – Centro - 20040-916 - Rio de Janeiro - RJ
Tel : (21) 3878-7878 Presidente - Tel.: (21) 2587-7598 Diretor Financeiro
E-mail: nelsonmeirim@geobureau.com.br

NÚCLEO MINAS GERAIS

Presidente: Maria Giovana Parizzi - Secretário: Frederico Garcia Sobreira
Tesoureiro: Luis de Almeida Prado Bacellar - Diretor de Eventos: Leonardo Andrade de Souza
End.: Univ. Fed. de Ouro Preto - Depto. Geologia - 35400-000 – Ouro Preto/MG
Fone: (31) 3559.1600 r 237 Fax: (31) 3559.1606 – E-mail: sobreira@degeo.ufop.br



**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL**

Secretaria Executiva

Gerente Executivo: Renivaldo Campos

Av. Prof. Almeida Prado, 532 – IPT (Prédio 11) 05508-901 - São Paulo - SP
Tel.: (11) 3767-4361 - Telefax: (11) 3719-0661 - E-mail: abge@ipt.br - Home Page: <http://www.abge.com.br>

Projeto gráfico, diagramação e capa
Rita Motta - www.editoratribu.blogspot.com

Desenhos

Mirna Ferracini e Luis Antonio Ribeiro

Revisão

Autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Neri, Ana Claudia
Guia de boas práticas de recuperação ambiental
em pedreiras e minas de calcário / Ana Claudia
Neri, Luis Enrique Sánchez. -- São Paulo : ABGE -
Associação Brasileira de Geologia de
Engenharia e Ambiental, 2012.

Bibliografia.

1. Áreas degradadas - Recuperação 2. Calcário
3. Engenharia de minas 4. Geologia ambiental
5. Gestão ambiental 6. Meio ambiente - Proteção
7. Minas e mineração 8. Mineração I. Sánchez, Luis
Enrique. II. Título.

11-13173

CDD-624.151

Índices para catálogo sistemático:

1. Dano ambiental pela atividade minerária :
Gestão do processo de recuperação ambiental :
Geologia de engenharia 624.151
2. Gestão de recuperação de áreas
degradadas na mineração : Geologia de
engenharia 624.151

ISBN: 978-85-7270-053-5

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANZMEC	Australian and New Zealand Minerals and Energy Council
Cetesb	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSI	Cement Sustainability Initiative
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPA	Environmental Protection Agency (Estados Unidos)
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Ibram	Instituto Brasileiro de Mineração
ICMM	International Council on Mining and Metals
ISO	International Organization for Standardization
IUCN	The World Conservation Union
MCA	Minerals. Council of Australia
PF	Plano de Fechamento
Prad	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RAD	Recuperação de Áreas Degradadas
Rima	Relatório de Impacto Ambiental
Sema	Secretaria Estadual de Meio Ambiente (Rio Grande do Sul)
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SMA	Secretaria de Meio Ambiente (São Paulo)
UNEP	United Nations Environment Programme
WBSC	World Business Council for Sustainable Development

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 O PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	15
3 BOAS PRÁTICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	23
3.1 Levantamento de boas práticas em RAD	25
3.1.1 Fontes para a definição do benchmark de RAD	25
3.2 Benchmarking de RAD	35
3.2.1 Práticas de planejamento	38
Plano de recuperação e de fechamento	38
Estudos para implantação da cava e seleção de áreas para disposição de estéreis	43
Estudos para manejo da vegetação e fauna	45
Planejamento da retirada do solo superficial	47
Planejamento da implementação das vias de acesso e das bancadas	48
Planejamento da implementação das pilhas de estéreis	49
Planejamento de medidas de minimização de impactos visuais	51
Planejamento do envolvimento das partes interessadas	52
3.2.2 Práticas operacionais	53
3.2.2.1 Práticas edáficas	54
Remoção e separação do solo superficial	54
Armazenamento temporário do solo superficial	57
Recolocação da camada superficial do solo	60
Tratos da superfície final	61
Controle de contaminação do solo	64
Controle dos processos de dinâmica superficial nas vias de circulação e áreas de apoio	68
3.2.2.2 Práticas topográficas e geotécnicas	73
Estabilidade de bancadas	73

Estabilidade de pilhas de estéril.....	77
3.2.2.3 Práticas hídricas.....	82
Proteção dos recursos hídricos superficiais.....	82
Proteção dos recursos hídricos subterrâneos....	91
3.2.2.4 Práticas ecológicas.....	92
Remoção de vegetação.....	92
Minimização do impacto visual.....	95
Restabelecimento de cobertura vegetal e habitats de vida selvagem	96
3.2.3 Gestão do processo de recuperação ambiental....	105
Padronização de procedimentos.....	105
Recursos humanos	106
Qualificação dos fornecedores.....	107
Monitoramento	107
Manutenção da área	110
Controle	112

4 AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

4.1 O procedimento de avaliação.....	116
4.1.1 Coleta de evidências.....	117
4.1.2 Enquadramento das práticas.....	118
4.1.3 Tratamento de dados.....	118
4.2 Diretrizes para aplicação	123

5 ESTUDO DE UMA PEDREIRA HIPOTÉTICA.....

5.1 Exemplos de fichas preenchidas.....	131
5.2 Cálculo dos índices de conformidade.....	140
5.2.1 Programa de planejamento de RAD.....	140
5.2.2 Programa de práticas edáficas	143
5.2.3 Programa de práticas ecológicas	146
5.3 Simulação dos índices de conformidade através do tempo ...	148

GLOSSÁRIO

REFERÊNCIAS

Guias utilizados para levantamento de boas práticas de recuperação ambiental	157
Referências do texto	159
Referências do glossário	161

APÊNDICE – FICHAS DE CAMPO 163

Planejamento da recuperação de áreas degradadas.....	163
Práticas edáficas.....	166
Práticas topográficas e geotécnicas.....	169
Práticas hídricas.....	171
Práticas ecológicas.....	173
Gestão do processo de recuperação ambiental..	175

O “Guia de Boas Práticas de Recuperação Ambiental em Pedreiras e Minas de Calcário” apresenta uma relação de medidas comprovadamente eficazes para transformar áreas mineradas em locais apropriados para novos usos após o encerramento das atividades de mineração. Estas boas práticas foram compiladas a partir de guias nacionais e internacionais, normas técnicas e observações efetuadas pelos autores durante visitas ou inspeções em minas e pedreiras no Brasil e no exterior. O guia também traz um procedimento de avaliação para que as empresas do setor verifiquem em que medida seus programas de recuperação ambiental estão sendo conduzidos rumo ao sucesso.

O guia foi desenvolvido especificamente para pedreiras de brita e minas de calcário. A denominação pedreira normalmente designa o local de onde é extraído rocha de uso em construção civil. Para o tema tratado neste Guia – recuperação de áreas degradadas – não há grandes diferenças entre uma pedreira e uma mina de calcário. Por esse motivo, será aqui empregado o termo mina, mais genérico, exceto quando for necessário ressaltar situações específicas destes empreendimentos, diferenciando-os de minas de substâncias metálicas ou energéticas.

A brita e as rochas carbonáticas (calcário e outras) estão entre os bens minerais de maior consumo mundial e são produzidos em milhares de minas. Seus métodos de produção são, essencialmente, os mesmos empregados na extração de qualquer bem mineral, de modo que as recomendações deste guia podem, em larga medida, também ser utilizadas nos demais ramos da mineração. Note-se, todavia, que certos problemas característicos da mineração de metálicos e de energéticos – como drenagem ácida e a recuperação de bacias de rejeitos – não são tratados aqui.

A recuperação de áreas degradadas é parte integrante das atividades de mineração, assim como o planejamento para o encerramento das operações. O sucesso dos programas de recuperação ambiental é um dos principais fatores que comprovam a responsabilidade socioambiental das empresas do setor e a chave para a aceitação social de novos projetos.

O procedimento de avaliação aqui apresentado é uma ferramenta para auxiliar as empresas de mineração no controle e aplicação de práticas de recuperação ambiental durante a fase de operação da mina. Esta ferramenta também pode ser usada por órgãos públicos, como parte de ações de avaliação de desempenho ambiental.

Outras questões relevantes para a gestão ambiental na mineração – como o controle de ruídos e vibrações e da qualidade do ar – estão fora do escopo deste guia.

Este guia resulta de uma pesquisa desenvolvida no Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), processo 2005/58089-0.

Os autores

INTRODUÇÃO

A recuperação de áreas degradadas assume na atualidade um papel central no planejamento das atividades de mineração. Se, no passado, a recuperação ambiental era tida como uma medida a ser tomada depois de encerrada a mina; hoje, as atividades de recuperação são planejadas antes da abertura de uma mina e podem, na maioria dos casos, ser implementadas durante seu período de funcionamento.

Ademais, diversas medidas preventivas evitam a necessidade de recuperação ambiental, reduzem seus custos e podem levar a resultados mais rápidos.

Por outro lado, a recuperação de áreas degradadas (RAD) vem se consolidando como um campo específico de pesquisa e prática. Isto significa que muito do que se aprendeu está consolidado em livros, manuais e outros repositórios, que há profissionais especializados atuantes neste ramo e que mais experiência vai sendo adquirida à medida que implementam programas de recuperação e aferem seus resultados.

Parte das empresas de mineração, entretanto, pouco conhecem dos avanços obtidos em trinta anos de pesquisa e prática em RAD no Brasil. Por outro lado, em que pesem tais avanços, diversos problemas permanecem. Um deles é a avaliação dos resultados dos programas de RAD e sua manutenção a longo prazo.

Este guia trata de como avaliar o andamento de programas e medidas de recuperação ambiental durante a fase de operação de uma mina. Como a RAD é um processo que tem início durante o planejamento de uma nova mina, deve ser acompanhado durante toda a fase de produção, ser adaptado ou modificado conforme evolui o plano de lavra ou os requisitos legais, e aperfeiçoado conforme a empresa incorpore a RAD às suas rotinas e aprenda a partir de sua própria experiência. Desta forma, RAD não é uma tarefa a ser deixada para a época de encerramento das atividades.

A avaliação periódica dos programas de RAD permite às empresas identificar pontos fortes e oportunidades de melhoria. Possibilita também identificar e reduzir riscos, inclusive riscos à sua própria imagem perante a comunidade e riscos de ações judiciais ou administrativas.

Este guia apresenta uma relação detalhada de práticas efetivamente adotadas por empresas do setor. Cada prática é descrita sucintamente, mostrando sua aplicação. Como a comprovação do sucesso de medidas de RAD somente pode se dar anos depois de implementadas medidas corretivas, é de interesse, tanto das empresas quanto dos agentes governamentais, conhecer, com antecedência, se as medidas adotadas estão conduzindo ao atendimento dos objetivos de recuperação e uso final da área recuperada. Para atender a esta necessidade, o guia traz um procedimento de avaliação desenvolvido e testado em diversas minas no Brasil.

Este guia é organizado em cinco capítulos. O capítulo 1 introduz o tema; o capítulo 2 expõe o modelo de recuperação de áreas degradadas na mineração como um processo envolvendo as etapas e planejamento, execução e gestão.

O capítulo 3 apresenta uma compilação de boas práticas aplicadas ao setor de pedreiras de brita e minas de calcário. Depois de uma apresentação das fontes internacionais e brasileiras utilizadas para a compilação, cada uma das 150 práticas selecionadas é brevemente descrita, para mostrar sua importância no conjunto das atividades de RAD. Incluem-se não somente medidas bem conhecidas das empresas – como a remoção seletiva de solo superficial – mas também práticas de prevenção de situações que possam requerer medidas adicionais de recuperação – como vazamento de derivados de petróleo.

O capítulo 4 explica o método usado para avaliar o andamento de programas de recuperação de áreas degradadas em uma mina. As práticas estão organizadas em fichas de campo, para orientar o trabalho de avaliação, que se fundamenta na comparação entre o conjunto de práticas observado em uma mina com as boas práticas recomendadas. O procedimento de avaliação leva ao cálculo de um índice, que pode ter diversas aplicações para as empresas.

O capítulo 5 exemplifica a aplicação do método em uma mina hipotética, até a obtenção dos índices.

O conjunto de fichas utilizado para guiar o trabalho do avaliador é apresentado em apêndice.

O PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Parte integrante das atividades de mineração, a recuperação de áreas degradadas deve ser planejada de forma compatível e coordenada com as demais atividades realizadas durante as sucessivas fases da vida de uma mina. A RAD e a desativação do empreendimento devem ser pensadas ao mesmo tempo em que se planeja a abertura de uma nova mina. Evidentemente, muitas minas começaram a operar anos ou décadas antes que se consolidasse a atual visão e devem, portanto, se adaptar às exigências e práticas contemporâneas mediante medidas planejadas durante a fase de operação.

As atividades relacionadas ao processo de RAD devem ser desenvolvidas e aplicadas durante todas as etapas de vida de uma mina, e seu planejamento deve ser feito antes mesmo de sua abertura, com revisões e atualizações durante a fase de operação. A principal justificativa para esta antecipação é que as formas de uso do solo pretendidas ou vislumbradas para a etapa pós-mineração influenciam o tipo de cobertura vegetal a ser implementado e até as formas de relevo – ou a conformação topográfica – da área ao final da vida útil do empreendimento. Em outras palavras, são os objetivos de recuperação ambiental que norteiam a preparação de planos de recuperação de áreas degradadas e de planos de fechamento, como já se indicava nas primeiras publicações brasileiras sobre o assunto (Ibama, 1990; Williams, 1991) e se reafirma na atualidade nos principais guias internacionais.

Atividades do Processo de RAD: devem ser desenvolvidas e aplicadas durante todas as etapas de vida de uma mina. Seu planejamento começa antes da sua abertura, com revisões e atualizações durante a fase de operação.

Muitas empresas de mineração, talvez, por não perceberem o valor estratégico do planejamento, ainda se limitam a revegetar a área degradada somente ao final da exploração ou a preparar planos de recuperação ou de fechamento depois de definido o plano de lavra. Na maioria das minas, porém, é possível não somente adotar medidas preventivas e de mitigação de impactos durante a fase de operação, como também executar diversas medidas de recuperação de áreas degradadas concomitantemente às atividades produtivas.

A implementação, o mais cedo possível, de medidas de RAD, tem a dupla vantagem de demonstrar à comunidade e aos órgãos reguladores o cumprimento de compromissos de proteção e recuperação ambiental e de propiciar à empresa adquirir conhecimento e experiência em RAD. Sabe-se que as medidas de recuperação ambiental tendem a ser mais eficazes e eficientes quando são fundamentadas em sólido conhecimento técnico e experiência prática. Quando as medidas de recuperação somente são implementadas ao final da vida útil da mina, tendem a ser mais custosas e a se prolongar por maior período até que os objetivos de recuperação sejam atingidos.

Implementar as medidas de RAD durante todas as etapas de vida da mina permite:

- a) reduzir o passivo ambiental;
- b) demonstrar à comunidade e aos órgãos reguladores o cumprimento de compromissos de proteção e recuperação ambiental;
- c) que a empresa adquira conhecimento e experiência em RAD.

A RAD pode ser entendida como um *processo* – uma série de ações sistemáticas visando a um determinado resultado – que pode ser aperfeiçoado, tornando-se mais eficaz ou mais eficiente (ou ambos) conforme os resultados parciais vão sendo obtidos e analisados, mediante o emprego de ferramentas como monitoramento, auditorias ou outras formas de verificação.

Eficácia e eficiência:

- um processo eficaz de RAD é aquele que atinge os objetivos de recuperação – estes objetivos devem ser estabelecidos para cada mina;
- um processo eficiente de RAD é aquele que utiliza o menor volume de recursos (físicos, humanos e financeiros) para atingir seus objetivos.

Para os órgãos reguladores e a comunidade, o que importa é a eficácia do processo de RAD. Já para as empresas, a eficiência pode ser tão importante quanto à eficácia. O planejamento e a gestão do processo de RAD são essenciais para sua eficiência.

Compreendendo a RAD desta forma, ela pode ser conduzida de acordo com o ciclo clássico de gestão PDCA – *plan* (planeje), *do* (faça), *check* (verifique), *act* (atue) –, compreendendo (a) planejamento (*plan*) (b) operação (*do*) e (c) gestão (*check* e *act*). O resultado da gestão apontará pontos fortes e fraquezas nos procedimentos adotados ou em outros elementos do plano, e caberá à gerência agir para corrigir as deficiências - *act*.

Por este motivo, este guia divide as medidas de RAD em três grupos: planejamento, operação e gestão. As práticas operacionais, por sua vez, são subdivididas em práticas edáficas, práticas topográficas e geotécnicas, práticas hídricas e práticas ecológicas.

Planejamento de RAD

O planejamento da RAD e do fechamento de uma mina pressupõe que a mineração é uma forma temporária de uso do solo e que, ao término das atividades, as áreas afetadas devem estar aptas para alguma forma de uso sustentável. No entanto, não se espera que sejam estabelecidas condições similares àquelas que procedem a atividade mineira, embora este possa, ocasionalmente, ser o objetivo de recuperação. Na maioria das vezes, o planejamento deverá trabalhar com os novos ambientes criados pela mineração, procurando tanto adaptar o novo uso da área às restrições decorrentes das características dos novos ambientes (por exemplo, os taludes e bermas de pilhas de estéril) quanto considerar usos adequados às aptidões e potencialidades do novo ambiente (por exemplo, o corpo d'água resultante da inundação de uma cava).

O conhecimento das aptidões e restrições de um terreno -ressalte-se -, não é somente um requisito do planejamento do novo uso de uma área minerada. Na verdade, deveria guiar todo planejamento de uso de qualquer terreno. A falta de observação desse princípio resulta em diversos problemas de áreas de risco e outras formas inadequadas de uso do solo. Os terrenos naturais (ou seja, áreas não consideradas como degradadas) também apresentam limitações para diversas formas de uso.

O planejamento de RAD é parte do planejamento do fechamento de uma mina, uma atividade mais complexa e que não é objeto deste guia. As atividades de planejamento de RAD incluem:

- a) a preparação de um plano de recuperação de áreas degradadas durante a fase inicial de planejamento da mina (planejamento de lavra, estudos ambientais) e sua atualização periódica durante a operação; em consonância com as revisões do planejamento de lavra;
- b) a estimativa de custos de recuperação e de fechamento e a eventual apresentação de garantias financeiras ou de provisões contábeis.

Práticas operacionais

A implantação de programas de RAD classicamente envolve trabalhos que podem ser classificados em quatro grupos: (i) práticas edáficas, (ii) práticas topográficas e geotécnicas (iii) práticas hídricas e (iv) práticas ecológicas.

As práticas edáficas estão relacionadas ao manejo e proteção do solo, recurso escasso e de grande importância em RAD. Este grupo de práticas inclui a remoção seletiva de solo superficial, ações de prevenção da contaminação por produtos químicos e de prevenção da erosão, entre outras.

As práticas de caráter topográfico e geotécnico envolvem o remodelamento do terreno afetado pelas atividades de mineração, tanto as pilhas de estéril quanto as bancadas de escavação, as vias de acesso e demais componentes da mina. As práticas geotécnicas visam à estabilidade física da área, ao passo que as práticas topográficas visam inserir a área de forma harmoniosa em seu entorno ou estabelecer condições geomorfológicas similares àquelas que tinha a área antes da mineração.

As práticas hídricas visam à conservação da quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas. A coleta, o transporte e o lançamento final das águas pluviais

são aspectos fundamentais para a estabilidade física da área recuperada, assim como para a proteção dos recursos hídricos superficiais. Em relação à conservação das águas subterrâneas, incluem-se as práticas relativas ao rebaixamento do lençol freático e à proteção dos aquíferos contra a presença de substâncias contaminantes.

As práticas de caráter ecológico se referem às ações relativas ao manejo de vegetação e fauna. O manejo de vegetação e fauna visa ao estabelecimento de uma comunidade vegetal em áreas designadas na mina ou seu entorno. O objetivo de recuperação pode ser o estabelecimento de um ambiente autossustentável.

Práticas de gestão

As práticas operacionais não atingirão os objetivos fixados no planejamento se não houver ações de controle e gestão especificamente voltadas para esta finalidade. Este é um aspecto frequentemente negligenciado da RAD, mas fundamental para seu sucesso, e inclui os seguintes requisitos (Sánchez, 2010):

- conhecimento e consideração dos pontos de vista da comunidade;
- orientação técnica especializada para os trabalhos a serem executados;
- capacitação técnica da equipe envolvida (do gerente ao pessoal operacional);
- desenvolvimento e implementação sistemática de procedimentos operacionais;
- provisão de recursos (humanos, físicos, financeiros);
- acompanhamento, monitoramento, registro e documentação.

A Figura 1 representa o modelo de gestão ambiental para recuperação ambiental na mineração e a Figura 2 mostra as etapas de vida de uma mina e sua relação com o processo de gestão de recuperação de áreas degradadas.

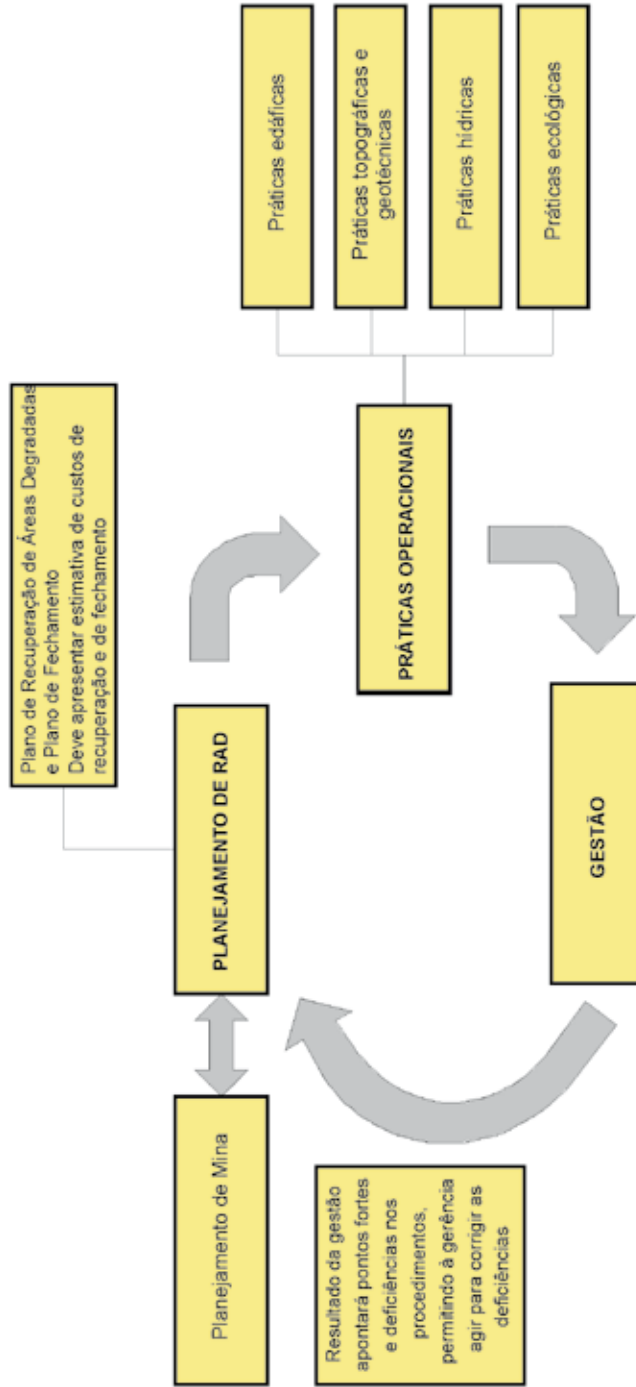


Figura 1. Modelo de gestão para recuperação ambiental na mineração.

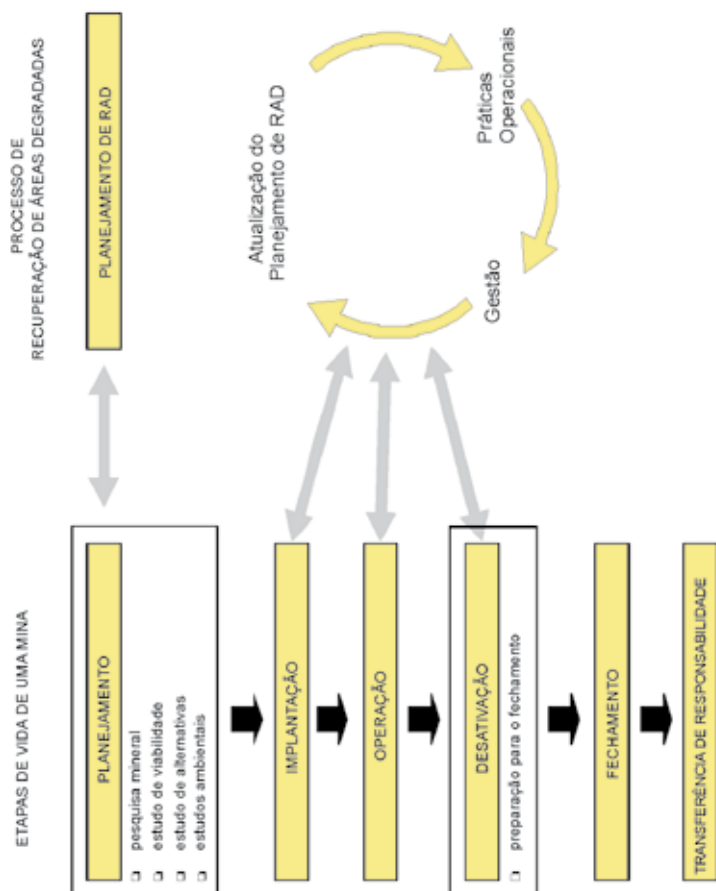


Figura 2. Etapas de vida de uma mina e sua relação com o processo de gestão de recuperação de áreas degradadas na mineração (fonte: modificado de Sánchez, 2004).

Com foco na gestão do processo de recuperação de áreas degradadas, este guia apresenta um procedimento sistemático para avaliar se as práticas empregadas em uma mina são eficazes (ou seja, se atingem seus objetivos). Portanto, o objetivo desta ferramenta não é o de avaliar os resultados dos programas de RAD (e tampouco a exequibilidade dos planos de recuperação de áreas degradadas), mas sim avaliar as práticas adotadas pelas empresas, mediante comparação com as boas práticas recomendados. Esta avaliação também possibilita compreender o porquê do sucesso ou fracasso da aplicação das práticas de recuperação. Identificando deficiências e pontos fortes dessas práticas, é possível antecipar o provável sucesso dos programas de RAD e indicar ajustes e correções que possam ser adotados durante a fase de operação da mina.

Ademais, por meio da avaliação das práticas atualmente adotadas em todas as minas de uma empresa, é possível melhorar os controles gerenciais, estabelecer metas e aprimorar as próprias práticas de gestão ambiental, reduzindo a exposição da empresa a riscos oriundos de práticas inconsistentes com o estado-da-arte da gestão ambiental.

Por que avaliar a eficácia das medidas de recuperação ambiental?

- 1. Para compreender o porquê do sucesso ou fracasso da aplicação das práticas de recuperação ambiental. Identificando deficiências e pontos fortes dessas práticas, é possível antecipar o provável sucesso dos programas de RAD e indicar ajustes e correções que possam ser adotados durante a fase de operação da mina.**
- 2. Para melhorar os controles gerenciais, estabelecer metas e aprimorar as próprias práticas de gestão ambiental, reduzindo a exposição da empresa a riscos oriundos de práticas inconsistentes com o estado-da-arte da gestão ambiental.**

BOAS PRÁTICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

A recuperação de áreas degradadas e a preparação para o fechamento são hoje elementos inerentes à atividade de extração e processamento de bens minerais. Para o sucesso de medidas de recuperação ambiental, a importância de um bom planejamento não pode ser subestimada. Entretanto, mesmo os melhores planos não conduzem aos resultados esperados se não forem aplicados por equipes preparadas e com discernimento para adaptar-se a situações imprevistas.

O controle de custos é uma preocupação constante das empresas de mineração. A recuperação de áreas degradadas é uma tarefa que deve ser incorporada às rotinas operacionais e administrativas de toda mina. Como é frequente nas diversas atividades desenvolvidas na mineração, também as soluções em RAD precisam ser individualizadas, posto que dependem de características singulares de cada mina.

No entanto, há uma série de tipos de soluções que vêm se mostrando bem sucedidas em vários casos. Quando uma medida se mostra eficaz em diferentes empresas, tende a se disseminar e a ser aplicada ou adaptada por outras empresas do mesmo ramo, tornando-se uma boa prática para determinado setor.

As boas práticas são simplesmente a melhor maneira de fazer as coisas. Na área ambiental, as “boas práticas de gestão ambiental incluem, para cada setor da atividade, um conjunto de procedimentos reconhecidos pelas principais empresas como economicamente viáveis para reduzir os impactos ambientais de atividades, produtos e serviços.” (Sánchez (2005, p. 264)

No jargão da gestão ambiental, as melhores práticas correspondem a uma referência (*benchmark*), que pode ser seguida ou adaptada por outras empresas ou organizações. *Benchmarking* é uma maneira simples e direta de aprender com os outros.

Boas práticas de RAD são aquelas reconhecidas pelas empresas de mineração como economicamente viáveis e capazes de evitar ou controlar impactos ambientais adversos; trata-se tanto de medidas preventivas quanto corretivas, que incluem a recuperação de áreas degradadas concomitantemente às atividades produtivas.

O *benchmark* de RAD em atividades de mineração tem sido analisado e testado em inúmeras minas em vários países. Este conjunto de soluções vem sendo registrado em guias de boas práticas, publicados por diversas entidades, como órgãos públicos, associações empresariais ou como resultado de parcerias entre agentes governamentais e empresariais.

No Brasil, porém, tais boas práticas não estão reunidas em uma publicação de fácil acesso e aplicação. Por isso, o ponto de partida deste guia foi a compilação de boas práticas para recuperação de áreas degradadas em um subsetor da mineração, o das pedreiras de brita e minas de calcário (ou demais rochas carbonáticas empregadas como corretivo de solo ou para fabricação de cimento, cal ou outros produtos industriais).

Neste capítulo são apresentadas as fontes internacionais e brasileiras utilizadas para a compilação de boas práticas. Há diversos guias de boas práticas ambientais – publicadas por entidades como órgãos públicos e associações empresariais – para a indústria mineradora. Desenvolvidos com base em estudos de caso de sucesso de gestão ambiental, esses guias têm como objetivo a divulgação de conjuntos de medidas que podem ser tomadas como modelo para diversas situações de controle ambiental, entre elas, medidas de recuperação ambiental.

São tais compilações de boas práticas ambientais publicadas em guias e manuais internacionais e nacionais que fundamentam o instrumento de avaliação de práticas de RAD apresentado neste guia. O trabalho se baseia quase que exclusivamente em boas práticas descritas e documentadas em publicações de entidades governamentais ou empresariais, em detrimento de publicações de autores individuais ou mesmo de empresas. Considera-se que uma boa prática descrita em publicações avalizadas por organizações governamentais ou empresariais represente uma solução efetivamente aplicável a custos compatíveis com a indústria, podendo, portanto, ser disseminada.

As exceções à diretriz norteadora deste guia são algumas práticas que, embora largamente aplicadas no Brasil, não foram localizadas nas fontes utilizadas para compilação de boas práticas e definição do *benchmark*. Nestes casos, este trabalho

documenta essas práticas e as incorpora àquelas que devem ser avaliadas.

Uma versão preliminar da compilação de boas práticas foi publicada anteriormente (Neri e Sánchez, 2008). Para este guia, todas as práticas apresentadas nessa versão anterior foram revistas, algumas práticas afins foram agrupadas e algumas lacunas foram preenchidas com novas práticas.

Há também algumas diferenças com relação às práticas mencionadas em Neri e Sánchez (2010), mas o número total de práticas não foi modificado. O procedimento de avaliação descrito neste guia é idêntico ao publicado neste último artigo.

3.1 Levantamento de boas práticas em RAD

Esta seção está organizada em duas partes. Na primeira são apresentadas as fontes a partir das quais se definiu o *benchmark* de RAD. Na segunda parte, apresenta-se a relação das boas práticas, agrupadas segundo categorias previamente definidas, acompanhadas de uma breve descrição de cada uma.

3.1.1 Fontes para a definição do benchmark de RAD

O levantamento das boas práticas relacionadas com a recuperação ambiental e o fechamento de minas foi fundamentado em 29 fontes, sendo que 28 correspondem a guias ou manuais internacionais, nacionais, normas técnicas; e, uma resulta de observações efetuadas pelos autores durante visitas ou inspeções em minas no Brasil e no exterior. A descrição das fontes é concisa, uma vez que se pretende apenas apresentar o conteúdo e importância de cada uma dentro do universo de RAD. Caso haja interesse de se aprofundar recomenda-se consultá-las.

(1) ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006. NBR 13029: Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril, em pilhas de mineração. (ABNT, 2006)

Esta norma – atualização de uma versão publicada originalmente em 1993 – apresenta diretrizes para elaboração e

apresentação de projetos de pilhas de disposição de estéreis de mineração, incluindo recomendações para sua desativação, visando minimizar os impactos ao meio ambiente. A norma está organizada em três partes: objetivo, definições e requisitos para a elaboração e apresentação do projeto. Esta versão atualizada da norma traz, fundamentalmente, diretrizes para projeto, diferentemente da versão anterior, que sugeria alguns parâmetros geométricos para essas estruturas.

(2) ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1999. NBR 13030: Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas em mineração. (ABNT, 1999)

Esta norma – atualização de uma versão publicada originalmente em 1993 - apresenta diretrizes para elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pelas atividades de mineração, visando à obtenção de subsídios técnicos que possibilitem a manutenção e/ou melhoria da qualidade ambiental, independentemente da fase de instalação do projeto. A norma está organizada em sete partes: objetivo, referências normativas, definições, requisitos. O anexo A apresenta uma lista de Itens para a elaboração do projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração.

(3) ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998. NBR 14063: Óleos e graxas – processos de tratamento em efluentes de mineração. (ABNT, 1998)

Esta norma, específica para mineração, descreve os componentes essenciais de sistemas de coleta, tratamento e disposição de efluentes contendo óleos e graxas. Voltadas primordialmente para a proteção dos recursos hídricos, as soluções preconizadas por esta norma também contribuem para a proteção do solo.

(4) ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006. NBR 17505-2: Armazenamento de líquidos inflamáveis e

combustíveis - Parte 2: Armazenamento em tanques e em vasos. (ABNT, 2006)

O armazenamento de hidrocarbonetos – uma das principais fontes de contaminação do solo e das águas subterrâneas – pode representar parcela importante do passivo ambiental de uma mina, demandando ações corretivas. Esta norma estabelece os principais parâmetros para estocagem segura a céu aberto.

(5) a (11) Australia EPA (Environmental Protection Agency) Best practice environmental management in mining.

Representantes das indústrias mineradoras da Austrália, a *Environmental Protection Agency* (órgão federal) e a agência *Australian Department of the Environment* trabalharam juntas para elaborar e publicar a série *Best practice environmental management in mining*, a partir de 1995. Esta publicação consiste em um conjunto de vinte e dois livretos temáticos que fornecem uma visão geral de boas práticas ambientais por meio de modelos da “vida real”, objetivando prestar uma assistência a todos os setores da indústria mineral. A série de publicações tem como maior objetivo incentivar gerentes de minas e firmas de consultoria ambientais a melhorar o desempenho ambiental e gerenciar os recursos ambientais, ao aplicar os princípios apresentados nestes guias. Neste trabalho foram utilizados os seguintes livretos:

(5) Australia. EPA (Environmental Protection Agency). 1995. Community consultation and involvement. (Austrália, 1995a)

Este livreto está organizado em quatro seções: O que é consulta à comunidade? Por que consultar a comunidade? Qual é a expectativa e a necessidade da comunidade? Como consultar a comunidade? A última parte apresenta diretrizes para planejar um programa de consulta a comunidade, descreve técnicas de consulta e dá recomendações sobre a consulta nos diferentes estágios da vida de uma mina. Em todas as situações o livreto traz relatos de casos reais.

(6) *Australia. EPA (Environmental Protection Agency). 1998. Landform design for rehabilitation. (Austrália, 1998)*

Este livreto ressalta a importância dos trabalhos de reconformação topográfica visando à estabilidade de processos do meio físico em áreas degradadas por atividades de mineração. Aborda temas como compatibilidade hidrológica da área minerada com o entorno, integração do sistema de drenagem da mina com a drenagem natural e princípios geomorfológicos para projeto de taludes. Ressalta a importância de planejar as novas formas topográficas em conformidade com uso futuro do solo e mostra exemplos de medidas de controle de erosão.

(7) *Australia. EPA (Environmental Protection Agency). 1995. Rehabilitation and Revegetation. (Austrália, 1995e)*

O objetivo deste livreto é orientar a implementação de projetos de recuperação de áreas degradadas. Para tanto, a publicação apresenta princípios essenciais para se alcançar os objetivos de recuperação de áreas degradadas. O texto também destaca o uso temporário do solo caracterizado pela mineração e a importância da definição de uso futuro já na etapa de planejamento do projeto, ou seja, antes da abertura da mina. O livreto apresenta conceitos e referências de medidas de recuperação ambiental e relatos de casos reais.

(8) *Australia. EPA (Environmental Protection Agency). 1995. Environmental Monitoring and Performance. (Austrália, 1995c)*

Este livreto apresenta diretrizes para preparar programas de monitoramento ambiental, incluindo qualidade de água, solo, vegetação e fauna. Também faz recomendações sobre formas de apresentações dos resultados e tratamento dos dados. Apresenta exemplos de programas de monitoramento adotados em diversas minas.

(9) *Australia. EPA (Environmental Protection Agency) 1995. Mine Planning for Environment Protection. (Austrália, 1995d)*

Este livreto descreve como a proteção ambiental pode fazer parte do planejamento de uma mina, trazendo benefícios para a empresa e a comunidade. O módulo apresenta todas as questões ambientais que devem ser incorporadas nos estágios de planejamento da mina. Para ilustrar, são apresentadas algumas boas práticas de planejamento da mina em casos reais.

(10) *Australia. EPA (Environmental Protection Agency). 1995. Environmental Impact Assessment. (Austrália, 1995b)*

O livreto apresenta os fundamentos da avaliação de impactos, apresentando metodologia e recomendações que ultrapassam o mero atendimento a requisitos legais ou a entrega de um estudo de impacto ambiental conforme o conteúdo mínimo exigível em cada jurisdição. Os relatos de casos reais são relativos à consulta com a comunidade, licenciamento de novos projetos, planos de gerenciamento e proteção de ecossistema.

(11) *Australia. EPA. Environmental Protection Agency. 1996. Environmental Auditing. (Austrália, 1996)*

O livreto mostra como uma auditoria ambiental pode auxiliar na busca por eficácia e eficiência de programas de gestão ambiental, incluindo programas de recuperação ambiental. A publicação apresenta, sucintamente, os passos de uma auditoria ambiental (plano de pré-auditoria, atividade de campo, organização e avaliação dos dados levantados no campo; elaboração de relatórios com recomendações pertinentes) e casos de minerações que aplicam práticas eficazes de auditoria.

(12) *Australia. 2006. Mine Closure and Completion. Department of Industry Tourism and Resources. (Austrália, 2006)*

Este guia, publicado depois do encerramento da série, mas no mesmo formato e com objetivos semelhantes, apresenta práticas de planejamento de fechamento a serem aplicadas durante todo o ciclo de vida de uma mina, de modo que objetivos de recuperação e fechamento sejam atingidos. Também traz recomendações para estimativa do valor da garantia ou provisão financeira, para gestão de riscos do fechamento e para a etapa pós-fechamento.

(13) *Tasmania. 1999. Quarry Code of Practice. Department of Primary Industries, Water and Environment. (Tasmânia, 1999)*

O conteúdo deste guia foi acordado com as indústrias, os governos locais e agências do governo do Estado da Tasmânia, Austrália, por meio de processos de consultas públicas e foi desenvolvido com o objetivo de promover o *Tasmania's Resource Management and Planning System*. Embora seja uma publicação governamental, os modelos de gerenciamento e reabilitação ambiental apresentados no guia não são legalmente obrigatórios, e a intenção da publicação é incentivar as empresas a alcançar um bom desempenho ambiental sem a necessidade de lançar mão de exigências legais. O guia apresenta práticas ambientais referentes a planejamento das operações, gerenciamento ambiental, reabilitação e saúde ocupacional e segurança.

(14) *Brodtkom, J., Bennet, P., Jans, D. (orgs.), 2000. Good Environmental Practice in the European Extractive Industry: A reference guide. (Brodtkom et al, 2000)*

Este manual resulta da cooperação entre empresas do setor, com o apoio da Diretoria Geral de Empresas da Comissão Européia. O guia revisa as práticas da indústria extrativa de minerais não metálicos, durante todos os passos de extração e beneficiamento até a entrega do bem mineral ao usuário. Contém recomendações acerca da recuperação de áreas degradadas.

(15) Brodtkom, J., Bennet, P., Jans, D., Frades, B.L. (orgs.), 2002. Guia de buenas prácticas medio ambientales em la industria extractiva europea: aplicación al caso español. (Brodtkom et al, 2002)

Versão em castelhano do guia (14), esta publicação é complementada por casos práticos de minas espanholas. O guia foi publicado com o intuito de auxiliar as empresas a melhor compreender o contexto das atividades de mineração e estimular um comportamento responsável.

(16) *United States Forest Service e Utah Forest Service*, sem data. *Reclamation Field Guide*. (USFS e UFS, sem data)

A união de agências públicas e pesquisadores experientes em recuperação de áreas degradadas resultaram em um guia de campo com informações condensadas a respeito do tema. A publicação apresenta diretrizes para elaboração de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, descreve práticas correntes de recuperação de aplicação generalizada e práticas para determinadas situações particulares.

(17) ANZMEC/MCA, *Australian and New Zealand Minerals and Energy Council/ Minerals. Council of Australia*, 2000. *Strategic Framework for Mine Closure*. (ANZMEC/MCA, 2000)

Um dos primeiros documentos com diretrizes gerais para planejar o fechamento de minas, tornou-se referência mundial pela articulação entre as diferentes etapas do planejamento do fechamento de uma mina. Aborda o envolvimento da comunidade, estimativa de custos e cálculo de provisão financeira, implementação do plano e recomendações para transferência de responsabilidade após o fechamento.

(18) ICMM, *International Council on Mining and Metals*, 2006. *Good Practice Guidance for Mining and Biodiversity*. (ICMM, 2006)

O guia tem a intenção de encorajar as empresas de mineração a investir em ações positivas para a conservação da

biodiversidade. A publicação apresenta diretrizes para melhorar o gerenciamento da biodiversidade durante todo o ciclo de vida de uma mina. Para tanto, o guia está organizado em três grandes grupos: visão geral do assunto biodiversidade e mineração, gerenciamento da biodiversidade nos diferentes estágios de operação da mina e processos e instrumentos para gerenciamento, avaliação, mitigação e sistemas de recuperação.

(19) ICMM e Ibram. *International Council on Mining & Metals* e Instituto Brasileiro de Mineração. 2008. Planejamento para o fechamento integrado de mina. (ICMM e Ibram, 2008)

Elaborada mediante a contribuição de diversas empresas, esta publicação traz um kit de ferramentas de planejamento para o fechamento de mina. Este guia tem o propósito de promover uma abordagem sistemática para o planejamento do fechamento de mina, desde a preparação de um plano conceitual até um plano detalhado. Apêndices descrevem treze ferramentas para realizar as tarefas propostas pelo guia, algumas já empregadas por membros do ICMM. O guia foi traduzido para o português.

(20) World Bank. 2007. *Environmental, Health and Safety Guidelines for Construction Materials Extraction*. (World Bank, 2007)

Um dos volumes de uma série que cobre vários setores de atividade econômica, este guia apresenta os níveis de desempenho e as medidas de controle geralmente consideradas economicamente acessíveis e aplicáveis em novos projetos, de forma de reduzir riscos. Aborda os principais impactos da atividade extrativa e faz diversas recomendações sobre minimização dos impactos decorrentes das intervenções sobre o terreno.

(21) *The Environment Council*, 2004. *Good Practice for Stakeholder Engagement in the Aggregates Sector*. (The Environment Council, 2004)

Guia desenvolvido no Reino Unido especificamente com o intuito de orientar o envolvimento da comunidade em decisões

pertinentes a minas de agregados de construção civil. Apresenta princípios e descreve tarefas de consulta à comunidade e envolvimento de partes interessadas. Descreve, também, ferramentas práticas para uso em processos de consulta, incluindo a etapa de desativação.

(22) Vermeulen, J., Whitten, T., 1999. *Biodiversity and Cultural Property in the Management of Limestone Resources*. World Bank, Washington. (Vermeulen e Whitten, 1999)

Publicação do Banco Mundial, preparada com base em vários casos de mineração de calcário na Ásia, este documento apresenta uma visão geral dos recursos ambientais e culturais usualmente associados à ocorrências de rochas carbonáticas, assim como os principais efeitos das atividades antrópicas – com destaque para a mineração – sobre esses recursos. Fornece também recomendações de ações preventivas e corretivas.

(23) IUCN, *International Union for Conservation of Nature*, 1997. *Guidelines for Cave and Karst Protection*. (IUCN, 1997)

O guia, elaborado pelo Grupo de Trabalho sobre Proteção de Cavernas e Carste da Comissão Mundial de Áreas Protegidas da organização não governamental IUCN alerta para a importância de se proteger cavernas e carste, arrola as principais ameaças a esses ambientes (inclusive mineração) e apresenta recomendações para estudos e planejamento de projetos em áreas cársticas.

(24) WBCSD, *World Business Council for Sustainable Development*, 2005. *Cement Sustainability Initiative. Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) Guidelines. Land and Communities*. (WBCSD, 2005)

A Iniciativa de Sustentabilidade do Cimento reúne as maiores empresas do setor e publicou diversos documentos relativos à gestão ambiental. Este guia aborda as atividades de

mineração e tem como objetivo permitir que as empresas de cimento e comunidades locais afetadas identifiquem as principais questões críticas entre elas, visando facilitar a instalação, operação e a desativação de fábricas de cimento e minas de calcário. O guia apresenta métodos, processos de consulta, diagnóstico social e ambiental, considerações de alternativas em novos projetos, previsões e avaliação de impactos sociais e ambientais, recuperação de áreas degradadas, mitigação de impactos sociais negativos, gerenciamento ambiental e social e monitoramento dos planos aplicados. O guia apresenta relatos sintéticos de boas práticas aplicadas em casos reais.

(25) Ibama, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1990. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de revegetação. (Ibama, 1990)

O manual do Ibama é uma das primeiras publicações técnicas brasileiras com recomendações de técnicas de manejo de solo e processos de revegetação em áreas degradadas por mineração. Suas principais recomendações permanecem válidas e encontram aplicação na maioria das minas. Além dos processos de recuperação apresentados, o manual traz uma descrição de práticas de identificação, manejo e monitoramento de fauna. A publicação não apresenta relatos de casos reais das boas práticas apresentadas.

(26) SEMA, Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul. 2007. Diretrizes ambientais para restauração de matas ciliares. (SEMA, 2007)

A união de órgãos públicos do Rio Grande do Sul resultou em uma publicação concisa sobre matas ciliares que pode ser aplicada ao setor de mineração, entre outros. Descreve as diretrizes para a restauração de matas ciliares e sua gestão através de indicadores. Embora haja inúmeras publicações técnicas sobre este tema, há poucas avalizadas por entidades governamentais.

(27) Cetesb, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2001. Manual de Gerenciamento de áreas contaminadas Secretaria do Meio Ambiente. (Cetesb, 2001)

Resultado de um programa de cooperação apoiado pelo governo alemão, o manual fornece informações técnicas para órgãos públicos e empresas privadas relacionadas ao tema áreas contaminadas, incluindo recomendações para avaliar o potencial de contaminação de uma área e para realizar investigações confirmatórias.

(28) SMA, Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2004. Teoria e Prática em Recuperação de Áreas Degradadas: Plantando a semente de um mundo melhor. (São Paulo, 2004)

O guia elaborado pelo governo do Estado de São Paulo oferece subsídios para a análise e execução de estudos e projetos e ações relacionadas à recuperação de áreas degradadas, em especial, de matas ciliares. Para tanto, a publicação discute: formas de degradação, conceitos básicos relativos ao assunto, importância e formas de recuperação da mata ciliar e legislações pertinentes ao tema.

(29) Boas práticas levantadas em vistorias em minas

Algumas boas práticas, reconhecidamente eficazes, aplicadas à recuperação de áreas degradadas adotadas em minas, não são adequadamente descritas nos guias internacionais e nacionais. Desta forma, algumas boas práticas de planejamento, operação ou gestão do processo de RAD observadas em campo pelos autores foram incluídas na relação de boas práticas. Neste guia, menção a esta última fonte somente é feita quando uma boa prática não consta de alguma das fontes anteriores.

3.2 Benchmarking de RAD

Esta seção apresenta a descrição das 150 boas práticas recomendadas para recuperação de áreas degradadas contidas nas fontes citadas na seção 3.1. Cada uma delas será

brevemente explicada a seguir. Deve-se observar, entretanto, que estas práticas nem sempre podem ser diretamente transpostas para uma mina, mas servem para orientar a escolha de soluções individualizadas, que necessariamente devem partir de um diagnóstico e análise da situação de cada mina.

As boas práticas relacionadas às atividades de RAD foram obtidas das fontes citadas e, em seguida, foram (i) selecionadas pelos autores, (ii) agrupadas em categorias, (iii) transformadas em enunciados sintéticos e (iv) calibradas por profissionais da área.

As práticas foram agrupadas em três categorias: (a) planejamento; (b) operação, (c) gestão, que correspondem à adoção do ciclo PDCA (*plan-do-check-act*), do modelo de gestão ambiental, para o processo de recuperação ambiental em minas. As práticas operacionais, por sua vez, são divididas em: práticas edáficas, práticas topográficas e geotécnicas, práticas hídricas e práticas ecológicas. As recomendações das melhores práticas obtidas das fontes selecionadas foram transformadas em enunciados, e.g. “*O solo superficial deve ser manuseado no máximo duas vezes*” e agrupado em fichas de campo. Uma versão preliminar foi submetida a profissionais de universidades, órgãos públicos e empresas privadas para calibração. Esta submissão permitiu que as práticas fossem ajustadas, quando necessário, de acordo com a realidade do nosso país.

Este procedimento resultou no *benchmarking* de RAD com 150 enunciados organizados em sete fichas de campo para realização de inspeção técnica e coleta de evidências. O Quadro 1 sintetiza grupo de prática de recuperação, programa de recuperação, título da ficha de campo, tópico de cada ficha de campo e número de enunciados de melhores práticas.

Entende-se por programas de recuperação conjuntos coerentes de medidas de proteção e recuperação. As práticas de manejo e proteção do solo formam o programa de práticas edáficas. As práticas relacionadas à estabilidade de bancadas e pilhas de estéril formam o programa de práticas topográficas e geotécnicas. As práticas de proteção de recursos hídricos formam o programa de práticas hídricas e as práticas de manejo de vegetação e fauna formam o programa de práticas ecológicas. Os programas de planejamento e gestão reagrupam as respectivas medidas.

Quadro 1. Estrutura das fichas de campo e sumário das boas práticas.

Grupo de práticas	Programa de recuperação	Título da ficha de campo	Tópicos de cada ficha de campo	Número de enunciados de boas práticas
PLANEJAMENTO	Planejamento	Planejamento da recuperação de áreas degradadas	Plano de recuperação e fechamento	11
			Estudos para a implantação da cava e seleção de áreas para a disposição de estéril	5
			Estudos para manejo de vegetação e fauna	5
			Planejamento da retirada do solo superficial	3
			Planejamento da implementação das vias de acesso e das bancadas	2
			Planejamento da implementação das pilhas de estéril	4
			Planejamento de medidas de minimização de impactos visuais	3
			Planejamento do envolvimento das partes interessadas	3
<i>Sub Total</i>				36
OPERACIONAL	Práticas edáficas	Manejo e proteção do solo	Remoção e separação do solo superficial	5
			Armazenamento temporário do solo superficial	7
			Recolocação de camada superficial	4
			Tratos da superfície superficial	6
			Controle de contaminação do solo	8
			Controle dos processos de dinâmica superficial nas vias de circulação e áreas de apoio	5
	Práticas topográficas e geotécnicas	Estabilidade de bancadas	Estabilidade de bancadas	7
			Estabilidade de pilhas de estéreis	9
	Práticas hídricas	Proteção de recursos hídricos	Proteção dos recursos hídricos Subterrâneas	12
			Proteção dos recursos hídricos superficiais	4
Práticas ecológicas	Manejo de vegetação e fauna	Remoção de vegetação	6	
		Minimização do impacto visual	3	
		Restabelecimento de cobertura vegetal e habitats de vida selvagem	16	
<i>Subtotal</i>				92
GESTÃO	Gestão do processo de recuperação ambiental	Gestão do processo de recuperação ambiental	Padronização de procedimentos	1
			Recursos humanos	1
			Qualificação dos fornecedores	2
			Monitoramento	7
			Manutenção da área	5
			Controle	6
<i>Subtotal</i>				22
TOTAL				150

A seguir, são descritas as recomendações das melhores práticas de RAD obtidas nas fontes descritas acima. Deve-se notar que, em muitos casos, os grupos de práticas são inter-relacionados entre si, principalmente quando se referem às práticas operacionais.

A descrição das práticas é concisa, uma vez que se pretende apresentar brevemente suas principais funções em relação à recuperação de áreas degradadas na mineração. Após cada enunciado, entre parênteses, indicam-se, por meio de índices numéricos, as principais referências bibliográficas que mencionam tal prática (item 2.2.1). Caso haja interesse de aprofundar-se no assunto, ou seja, um melhor entendimento da prática, recomenda-se consultar as fontes.

O Apêndice apresenta as fichas de campo que contêm todas as práticas apresentadas neste capítulo, organizadas nos programas mencionados na Quadro 1.

3.2.1 Práticas de planejamento

As práticas de planejamento estão arranjadas em um único programa, denominado Planejamento, por sua vez composto por uma única ficha de campo, denominada “Práticas de Planejamento da Recuperação de Áreas Degradadas”.

As práticas listadas na ficha “Planejamento da Recuperação de Áreas Degradadas” estão agrupadas em oito tópicos: plano de recuperação e de fechamento, planejamento da retirada de solo superficial, planejamento da implementação de pilhas de estéril, planejamento da implementação de medidas de minimização de impactos visuais, estudos para implementação da cava e seleção de áreas para a disposição de estéril, planejamento para a retirada de vegetação e envolvimento das partes interessadas. A seguir, são descritas brevemente as principais práticas relacionadas a cada tópico.

Plano de recuperação e de fechamento

Este tópico apresenta onze melhores práticas relacionadas de planejamento para fechamento e recuperação ambiental sob três enfoques: aspectos legais, técnicos e econômicos.

A empresa deve elaborar um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (Prad) (2, 24)

Toda mina deve ter um Prad atualizado. A recuperação de áreas degradadas pela atividade de mineração é um requisito básico de boas práticas. É também uma obrigação legal na maioria dos países. Alguns requerem a elaboração de planos de recuperação, ao passo que outros incorporam o planejamento da RAD em planos de fechamento ou de desativação. No Brasil é obrigatório apresentar um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas como parte do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) ou de outro estudo ambiental que sirva para subsidiar a obtenção da licença ambiental.

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas deve seguir as diretrizes da NBR 13030 (2)

O conteúdo e a abrangência do Prad são estabelecidos pelo órgão licenciador, mas há diretrizes técnicas gerais recomendadas pela ABNT. No plano técnico, o Prad deve tratar com suficiente profundidade certos tópicos, incluindo, mas não estando limitado àqueles relacionados na NBR 13030. Esta norma sugere que o Prad tenha os seguintes itens: descrição geral do empreendimento, diagnóstico ambiental, impactos ambientais, aptidão e intenção de uso futuro, conformação topográfica e paisagística, ações emergenciais para riscos de acidentes ambientais, renúncia do título de lavra, programa de acompanhamento e monitoramento, fluxograma de planejamento e execução, cronograma executivo, referências bibliográficas e equipe técnica.



A mina deve ter um Plano de Fechamento (PF) (17, 19, 24)

Um plano de fechamento indica medidas capazes de reparar os danos ambientais e recuperar ambientes degradados - de modo a possibilitar o uso futuro seguro das áreas afetadas, manter os benefícios sociais obtidos pela comunidade e reduzir os impactos socioeconômicos do fechamento.

As principais empresas de mineração, inclusive nos ramos de agregados e cimento, elaboram planos de fechamento para minas em atividade e definem diretrizes de fechamento para novos projetos. O plano de fechamento ainda não é uma exigência legal nacionalmente difundida, mas está se disseminando, seja para minas já em operação, seja no licenciamento de novos empreendimentos. No Estado de Minas Gerais, por exigência legal (Deliberação Normativa COPAM 127/2008), o empreendedor deve protocolizar um Plano Ambiental de Fechamento de Mina (Pafem) com antecedência de dois anos da data prevista para fechamento.

O Prad/Plano de fechamento da mina deve contemplar alternativas do uso futuro da área (19,25)

A boa prática de planejamento requer a consideração de alternativas de fechamento e de uso futuro das áreas afetadas pela mineração. O uso futuro e os objetivos de recuperação vislumbrados para a área nortearão a escolha das medidas de desativação e de recuperação ambiental. No Brasil, existem diversos exemplos de antigas pedreiras e minas de calcário convertidas em novos usos. (Foto 1)



Foto 1. Antiga pedreira transformada em área de recreação em Curitiba (Parque Tanguá) (Foto: Luis E. Sanchez).

O Prad/Plano de fechamento deve indicar a alternativa preferida para uso futuro da área (9, 19, 24, 25)

A alternativa preferida para o uso futuro da área norteará a definição das medidas aplicadas ao longo da vida útil da mina e aquelas a serem tomadas durante a fase de desativação.

O Prad/Plano de fechamento deve ser elaborado mediante consulta à comunidade e demais partes interessadas (9,17,19, 24)

A comunidade local e as partes interessadas devem ser consultadas na elaboração do Plano de Fechamento. Um processo adequado de consulta auxilia na definição de melhores alternativas de usos futuros da área e contribui para formar uma imagem positiva da empresa perante a sociedade local. Assim como os demais componentes do planejamento, a consulta pública requer a assistência de profissionais especializados.

Deve-se planejar a implementação das medidas de recuperação ambiental concomitantemente com as atividades extrativas (9,17,19, 24)

A recuperação ambiental concomitante à lavra é recomendação constante em guias e diretrizes. Quase sempre há áreas que podem ser objeto de recuperação muito antes da desativação da mina, como taludes superiores escavados em solo de cavas de mineração, pilhas de estéril e áreas situadas em margens de rios. Por outro lado, em mineração, as soluções quase sempre devem ser adaptadas a cada caso: o que é adequado para uma mina nem sempre é melhor em outra. O mesmo ocorre com a recuperação ambiental. Muitas vezes, o sucesso de medidas de recuperação somente pode ser assegurado anos depois do início de sua implementação, de modo que iniciar atividades de recuperação o mais cedo possível permite que a empresa vá adquirindo experiência e conhecimento, melhorando seus procedimentos e adequando-os às suas condições particulares.



O Prad/Plano de Fechamento deve conter um programa de monitoramento (7, 8, 18, 19, 24, 25)

É sabido que somente se pode gerenciar o que se conhece. O monitoramento ambiental durante as fases de operação, desativação e pós-fechamento fornece informações importantes para controle operacional, verificação de conformidade e demonstração de desempenho. O plano de monitoramento deve ser parte integrante do Prad/PF e deve ser revisto com periodicidade, à luz de modificações do plano de lavra e dos resultados do próprio monitoramento.

O Prad/Plano de Fechamento deve selecionar um conjunto apropriado de indicadores para avaliar seus resultados (8, 17, 18, 19, 24)

A avaliação dos resultados de medidas de recuperação e de proteção ambiental deve ser incorporada às rotinas gerenciais. A seleção de indicadores apropriados para informar sobre a eficiência e eficácia das medidas implantadas permite estabelecer metas, verifica, seu cumprimento, analisar tendências e facilitar a comunicação com as partes interessadas.

O Prad/Plano de Fechamento deve ser objeto de revisão e atualização periódicas (12, 16, 17, 19)

Nenhum documento de planejamento pode ser permanente. Mudanças tecnológicas, de mercado e legais, assim como as expectativas das partes interessadas, ocorrem durante o período de funcionamento de uma mina, que pode ser da ordem de décadas. A revisão do Prad/PF permite manter a empresa sempre atualizada. As revisões devem ser mais frequentes durante os anos que antecedem a data programada para fechamento.

Deve-se fazer uma provisão de recursos financeiros para a recuperação e o fechamento da mina (12, 17, 19)

As empresas devem dispor de estimativas realistas de custo de fechamento e fazer provisões financeiras compatíveis com o cronograma previsto de desembolso. O cálculo do custo de fechamento deve levar em conta a implantação de todas as medidas preconizadas em um plano de fechamento (e.g. reconstrução topográfica, estabelecimento de vegetação nativa, monitoramento ambiental e geotécnico etc). Reservas para contingência decorrentes de incidentes e acidentes também devem ser incluídas na provisão de recursos financeiros. A estimativa de custos deve ser revisada periodicamente, acompanhando as revisões do Prad/PF.

Estudos para implantação da cava e seleção de áreas para disposição de estéril

É amplamente reconhecido que o planejamento de uma mina deve levar em conta todo o seu ciclo de vida, da abertura ao fechamento. Se o planejamento de uma nova mina já considerar o final de sua vida útil, serão maiores as chances de sucesso das medidas de recuperação e desativação, facilitando que o plano de fechamento atinja seus objetivos com custos mais baixos.

Neste tópico são apresentadas cinco práticas de planejamento relacionadas à abertura da cava e seleção de áreas para disposição de estéreis.

Deve ser feito um estudo comparativo de alternativas de localização das pilhas de estéril (1)

Por motivos econômicos, as pilhas de estéril são normalmente localizadas nas proximidades das cavas. No entanto, para minimizar impactos ambientais adversos e facilitar a recuperação ambiental, um estudo de alternativas deve preceder a decisão acerca da localização das pilhas. Como regras gerais, devem-se



evitar (1) taludes naturais íngremes, (2) áreas com fragmentos de vegetação nativa, (3) nascentes e cursos d'água, (4) áreas sujeitas à inundação. A comparação de alternativas deve envolver critérios geotécnicos e ambientais. Terrenos instáveis, alagadiços ou sujeitos a inundações, assim como áreas de ocorrência de solos moles, não oferecem condições satisfatórias para as fundações de uma pilha de estéril. Terrenos alagadiços têm alta importância ecológica e função reguladora de cheias.

Antes da abertura da mina ou de projetos de expansão deve ser feito um estudo hidrogeológico da área (2, 20,23)

A abertura de uma mina pode interferir com o regime de circulação das águas subterrâneas se interceptar o lençol freático, com o potencial de redução da vazão de nascentes, poços e cacimbas. Em alguns casos, o rebaixamento do lençol freático também pode afetar a estigofauna (comunidades faunísticas subterrâneas). Ao término das atividades mineiras, o nível da água subterrânea pode voltar a subir, inundando cavas, o que é um dado fundamental para planejar o fechamento. Um estudo hidrogeológico deve indicar a profundidade do lençol freático, as áreas de recarga e descarga de água subterrânea.

Caso a mina alcance o aquífero, deve se fazer um estudo quanto ao rebaixamento do nível d'água (9, 20, 22, 23)

Quando a mina alcança o nível d'água subterrânea, deve-se rebaixá-lo para promover um ambiente seco de trabalho. O bombeamento da água gera um cone de rebaixamento que pode gerar impactos negativos, entre os quais destacam-se: secamento de nascentes, de cacimbas e poços e redução da vazão de cursos d'água locais. Em áreas cársticas, o rebaixamento do lençol freático pode desencadear a ocorrência de fenômenos de subsidência, como a formação de dolinas (depressões fechadas).

Deve ser feito um levantamento do potencial espeleológico da área (22, 23)

Em áreas favoráveis à ocorrência de cavernas, deve ser feito um levantamento prévio do potencial de ocorrência de cavidades naturais na área da futura cava, pilhas de estéril e demais instalações de uma mina, tanto na área de implantação quanto em seu entorno. Cavernas e feições cársticas são características de áreas de ocorrência de rochas carbonáticas, porém não se limitam a estes locais, podendo ocorrer em rochas como granitos, gnaisses, quartzitos, arenitos e outras.

Deve ser feito um levantamento do potencial arqueológico da área (2, 9, 22, 23)

Sítios arqueológicos históricos ou pré-históricos podem ocorrer na área de uma mina e devem ser identificados e estudados com suficiente antecedência para permitir seu estudo, incluindo eventuais escavações e resgate de artefatos. Causar dano ao patrimônio histórico ou arqueológico, mesmo que devido ao desconhecimento de sua existência, sujeita as empresas a sanções legais e medidas de compensação.

Estudos para manejo da vegetação e fauna

A mineração implica a interferência direta em habitats naturais ou modificados. O levantamento prévio das condições ecológicas das áreas sujeitas à intervenção fornece informações relevantes para a preparação dos projetos de recuperação de áreas degradadas. Os estudos incluem não somente levantamentos de vegetação, como também de fauna, uma vez que muitas espécies atuam como dispersoras de sementes ou polinizadoras. Nos casos de minas em funcionamento há muito tempo, que não contam com levantamentos prévios, estudos em áreas adjacentes ou similares são de grande importância. Este tópico apresenta cinco práticas relacionadas a estudos para manejo da vegetação e fauna.



Deve se fazer um levantamento florístico prévio das áreas a serem afetadas pelas atividades (2, 7,16)

O conhecimento dos ecossistemas antes das intervenções da mineração é necessário para planejar a recuperação ambiental. O levantamento florístico é um componente essencial dos estudos prévios e ajuda na seleção de espécies para recomposição da vegetação, permite identificar eventuais espécies raras que possam ocorrer nas áreas a serem afetadas, e pode orientar certas medidas a serem tomadas, como a remoção seletiva de propágulos e de epífitas. Ademais, o levantamento prévio documenta o estágio inicial da área antes da intervenção, estabelecendo uma das referências para os trabalhos de recuperação.

Deve se fazer um levantamento florístico prévio em áreas adjacentes que contenham fragmentos de vegetação nativa (7,9)

Na maior parte do País, os ecossistemas foram significativamente modificados por ação humana. Para obter uma razoável compreensão das características ecológicas da área onde se insere uma mina, para fins de planejar a recuperação, pode ser necessário realizar levantamentos não somente nos locais onde haverá supressão de vegetação, mas também em áreas do entorno que contenham fragmentos de vegetação nativa. Esta prática pode ser particularmente necessária quando a área afetada pela mineração for desprovida de vegetação nativa.

Deve ser realizado levantamento de fauna silvestre antes da supressão de vegetação nativa (2, 7, 25)

A fauna silvestre tem papel importante na recuperação de áreas degradadas, atuando na dispersão de sementes, polinização e outros processos. Levantamentos de fauna permitem conhecer sua estrutura e composição, e possibilitam que sejam indicadas medidas de manejo. Os grupos faunísticos a serem estudados, os métodos de estudo e a duração das campanhas de amostragem devem ser determinados por especialistas.

Os levantamentos da fauna deverão também ser realizados em áreas vizinhas à mina (18, 25)

De modo similar ao levantamento florístico, a realização de levantamentos de fauna em áreas adjacentes ao empreendimento pode ser necessária para um razoável entendimento da composição e estrutura do ecossistema. Ademais, no caso de grupos faunísticos como mamíferos e aves, levantamentos pontuais ou em áreas muito restritas não são suficientes.

A mina deve ter um projeto de restabelecimento de vegetação em áreas degradadas (2, 7, 25)

A cobertura vegetal pode ter diversas funções em uma área recuperada. Contribui para a estabilidade de taludes e vertentes naturais, protege o solo contra erosão, reduz o escoamento superficial de águas de chuva, provê habitat para fauna silvestre e reduz o impacto visual de minas em operação. A escolha do tipo de vegetação a ser restabelecido depende de requisitos legais e do uso futuro pretendido e pode envolver diferentes objetivos para cada tipo de área a ser recuperada. Por estas razões, deve ser preparado um projeto específico e suficientemente detalhado para guiar a implementação das medidas de restabelecimento de vegetação.



Planejamento da retirada do solo superficial

O solo é um recurso natural escasso em mineração. A remoção de solo superficial, necessária para abertura ou expansão da mina, deve ser planejada de forma a manter suas características naturais para ser aproveitado em áreas a serem vegetadas. A seguir são descritas três práticas relacionadas ao planejamento da retirada do solo superficial.

Deve ser feita programação para retirada do solo superficial (7,14,15, 16, 25)

A situação ideal é a utilização do solo superficial para a recuperação ambiental imediatamente após sua retirada, eliminando o armazenamento. Na medida do possível, a programação de retirada do solo superficial deverá ser compatibilizada com a programação de sua utilização, visando minimizar o tempo de estocagem.

O solo superficial deve ser preferencialmente manejado em períodos de estiagem (7,13,16)

Os solos não devem ser removidos ou repostos quando estão muito úmidos, pois esta operação pode acarretar compactação, perda de estrutura e reduzir o potencial de germinação de sementes. A umidade ideal para manusear o solo varia de um solo para o outro e, naturalmente, depende da época do ano. Normalmente devem-se preferir períodos secos, que também tendem a ser favorecidos por questões operacionais da mina.

Deve-se estimar a da espessura de solo superficial a ser reaproveitado (7,14,16,25)

A boa prática de planejamento requer o conhecimento dos volumes de materiais a serem manuseados, a estimativa dos volumes necessários para fins de recuperação ambiental e da disponibilidade de solo na área da mina. Em certas situações, substrato pode ser aproveitado em atividades de recuperação ambiental.

Planejamento da implementação das vias de acesso e das bancadas

Este tópico inclui duas práticas relacionadas ao planejamento da implementação das vias de acesso e das bancadas que minimizam os riscos de processos de degradação intensa, reduzindo os custos de recuperação.

O projeto de drenagem deve ser dimensionado de acordo com o volume de água resultante das precipitações máximas prováveis com base nos dados pluviométricos da região (1, 25)

O sistema de drenagem tem como principal função disciplinar o escoamento superficial visando minimizar processos de dinâmica superficial (erosão e movimentos de massa). A utilização, na medida do possível, de séries históricas de dados pluviométricos locais, permite o dimensionamento apropriado dos componentes do sistema de drenagem (canaletas, escadas, bacias de retenção, vertedouros).

Os ângulos das bancadas deve ser calculado de acordo com as características geológico-geotécnicas da rocha visando à configuração final da cava (6)

São necessários estudos geológico-geotécnicos para garantir a estabilidade das bancadas formadas por escavação em rocha e em solo. Podem ser definidos ângulos diferentes para a fase de operação e para o período pós-fechamento, quando se deve ter por objetivo a estabilidade a longo prazo das escavações remanescentes.

Planejamento da implementação das pilhas de estéril

A implementação de pilhas de estéril altera a topografia e a dinâmica superficial local, além de ser uma das principais fontes de impacto visual. Este tópico inclui três práticas referentes ao planejamento da implementação das pilhas de estéril.

Deve ser feito um estudo geológico-geotécnico prévio dos locais onde se pretende implantar a pilha de estéril (1,6)

Problemas de instabilidade de pilhas de estéril podem advir de procedimentos inadequados de construção, compactação e drenagem da pilha ou de sua fundação. Deve-se fazer uma investigação geológico-geotécnica dos locais potencialmente



favoráveis para localização de uma pilha para avaliar se o terreno tem capacidade de suporte para a implantação da pilha. Muitos depósitos antigos de estéril foram construídos pelo método da ponta de aterro (ou bota-fora), sem preparação das fundações e outros cuidados. As minas que apresentam este tipo de depósito precisam realizar estudos sobre a estabilidade a longo prazo desses depósitos, que frequentemente apresentam talude único com dezenas de metros de altura. Nestes casos, as medidas de recuperação costumam incluir o retaludamento.

Deve ser feito um estudo geológico-geotécnico dos materiais a serem depositados nas pilhas (1,6)

Um dos objetivos de fechamento é a estabilidade a longo prazo de todas as estruturas remanescentes na área. Caso os estéreis não sejam recolocados em cavas exauridas, um projeto de pilha deve ser preparado, levando em conta as propriedades geomecânicas dos materiais que a constituem.

Deve ser feita uma caracterização dos materiais depositados em pilhas quanto às suas condições como substrato de vegetação (29)

Os materiais dispostos como estéreis em uma mina podem ter diversas litologias e distribuições granulométricas. Blocos de rocha constituem substrato difícil para enraizamento, ao passo que materiais arenosos são suscetíveis à erosão e precisam ser rapidamente recobertos de vegetação. Desta forma, o planejamento do tipo de vegetação a ser empregado nas pilhas de estéril, assim como das estratégias de implementação será facilitado por um mapeamento das condições do substrato.

Deve ser feito um estudo hidrometeorológico para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem interna e superficial da pilha de estéril (1,6)

A drenagem interna e a superficial de uma pilha de estéril têm como objetivo disciplinar o escoamento superficial, evitando

a intensificação dos processos de dinâmica superficial (e.g. erosão). Sabendo-se que o escoamento superficial é derivado de águas pluviais, então, fazer um estudo hidrometeorológico é essencial para dimensionar os dispositivos de drenagem interna e superficial.

Planejamento de medidas de minimização de impactos visuais

A minimização de impactos visuais deve ser um objetivo de planejamento, com base no diagnóstico da paisagem local antes da implementação da mina. Neste tópico são apresentadas três práticas relacionadas ao planejamento para minimização de impactos visuais.

Devem ser previstas medidas de minimização do impacto visual, considerando as características locais, a localização dos pontos de vista e a qualidades dos recursos visuais (6, 7,13,14,15, 21)

As atividades relacionadas à extração mineral alteram a paisagem, despertando a atenção do observador. Ao ser alertado sobre a presença da mina, o observador pode ter sua percepção aguçada para outros problemas ambientais associados, como vibrações, emissão de material particulado ou de ruído. É recomendado que se busquem reduzir as possibilidades de vista ampla de uma mina, mediante medidas como barreiras físicas e cortinas vegetais, que considerem os locais de observação e a qualidade dos recursos visuais afetados. Em certos casos, barreiras vegetais também podem ter funções ecológicas. Remanescentes de vegetação nativa também podem funcionar como barreiras visuais.

A empresa deve discutir com a população local a melhor forma de minimizar o impacto visual (13,14,15,21)

Barreiras físicas, como muros ou pilhas de estéril – ou mesmo barreiras vegetais – podem ser percebidos de maneira negativa



pela comunidade. Em áreas urbanas, durante a fase de operação de uma mina, essas barreiras podem ser fonte de problemas de ordem social (delinquência) ou facilitarem o lançamento clandestino de lixo. Convém que medidas destinadas a atenuar o impacto visual sejam discutidas com a comunidade.

A conformação final das pilhas de estéril deve buscar integração com as formas de relevo do entorno (9,22)

É desejável considerar a futura integração paisagística e geomorfológica da pilha ao entorno, buscando uma topografia que se harmonize com as formas de relevo do entorno, ao mesmo tempo em que é minimizada a erosão. A conformação em taludes e bermas tende a favorecer a estabilidade física, mas cria uma forma de relevo inconsistente com as formas naturais. Dependendo do uso do solo pretendido após o fechamento da mina, pode ser mais adequado buscar uma forma final das pilhas que reproduzam as formas naturais do relevo.

Planejamento do envolvimento das partes interessadas

A preparação de planos de recuperação de áreas degradadas ou de fechamento deve envolver a comunidade local e outras partes interessadas (*stakeholders*), assim como o próprio planejamento da mina deve ser feito mediante envolvimento e consulta pública. A identificação de alternativas de uso futuro é uma das tarefas para as quais o envolvimento das partes interessadas pode contribuir. Procedimentos adequados de consulta e técnicas específicas devem ser adotados para que os objetivos e o alcance da consulta fiquem claros para todos os envolvidos. Este tópico apresenta três práticas relacionadas com o planejamento do programa para consulta das partes interessadas.

A empresa deve identificar as partes interessadas para a elaboração do Prad/Plano de Fechamento (9,17,24)

Para a elaboração do Prad/Plano de Fechamento, a empresa deve identificar as partes interessadas relevantes para

fins de consulta. Um registro dos mecanismos utilizados para identificação deve ser mantido e atualizado, permitindo a inclusão de novos interessados, sempre que pertinente. A empresa deve ser ativa para identificar todos os atores relevantes que possam influenciar ou ser influenciados por suas decisões de fechamento ou de recuperação ambiental. Isto permite que a empresa saiba “quem são seus *stakeholders*”.

Deve-se elaborar um plano do envolvimento das partes interessadas (5,12,21, 24)

O plano de envolvimento das partes interessadas deve ter objetivos claramente definidos e cronograma apropriado para que contribuições das partes interessadas possam influenciar o Prad/Plano de fechamento. O plano deve estabelecer os procedimentos de consulta que serão utilizados

Devem-se manter registros das iniciativas de consulta às partes interessadas, tais como listas de presença, atas e fotos (24)

O registro das atividades realizadas, dos participantes e um resumo de seus resultados servem para demonstrar que o plano de envolvimento foi aplicado de acordo com o programado, assim como registrar mudanças ou ajustes. Este registro também é uma fonte de consulta para revisões futuras do Prad/Plano de Fechamento.



3.2.2 Práticas operacionais

As práticas operacionais da recuperação de áreas degradadas estão arranjadas em quatro programas de recuperação ambiental: práticas edáficas, práticas topográficas e geotécnicas, práticas hídricas e práticas ecológicas. Cada programa é composto de uma ficha, exceto o de práticas topográficas e geotécnicas, cujas práticas são apresentadas em duas fichas. O Quadro 1 apresenta os programas de recuperação abordados na fase operacional, indicando o título da ficha de campo, os tópicos abordados em cada ficha e número de enunciados de boas práticas.

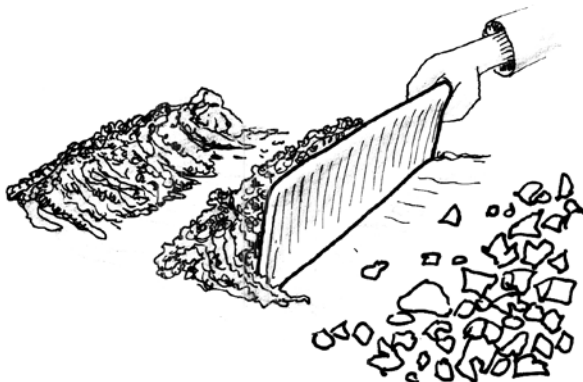
3.2.2.1 Práticas edáficas

As práticas edáficas são apresentadas em uma única ficha, denominada "Manejo e proteção de solo". As atividades relacionadas ao manejo de solo superficial estão agrupadas em seis tópicos: remoção e separação do solo superficial; armazenamento temporário do solo superficial; recolocação da camada superficial do solo; tratos da superfície final; controle da contaminação do solo e controle dos processos de dinâmica superficial nas vias de circulação e áreas de apoio.

Remoção e separação do solo superficial

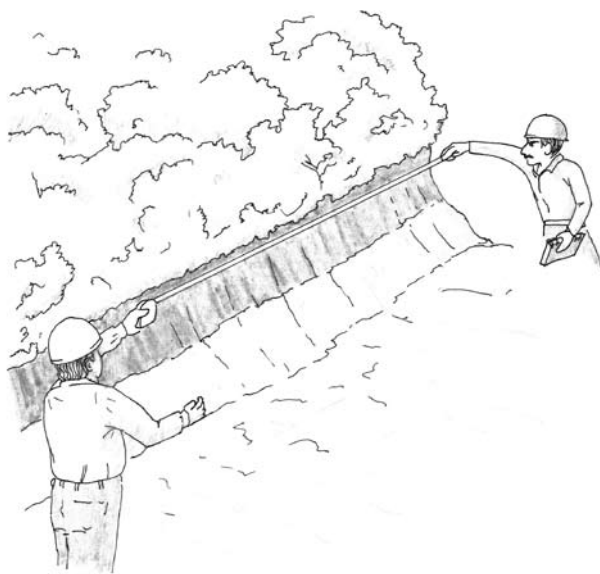
A camada superficial de solo (também conhecida como camada fértil) concentra os teores mais altos de matéria orgânica, nutrientes minerais, micro e mesofauna. Corresponde aos horizontes O (se existir no local) e A do perfil pedológico. Nos locais onde o horizonte A é raso, pode incluir o horizonte B. Quando ocorre vegetação nativa, a camada superficial do solo contém um valioso banco de sementes de alta importância para a recuperação ambiental. O solo superficial deve ser removido separadamente em todos os locais onde haja intervenção, tais como frentes de lavra, áreas de disposição de estéril e áreas de apoio.

Este tópico apresenta cinco práticas relacionadas à retirada e separação do solo superficial.



Deve ser feita uma discriminação in situ entre solo superficial e outros substratos (solo de alteração de rocha, cascalhos e outros) (7, 13 16, 20,25)

Antes de remover o solo superficial, devem-se identificar outros materiais subjacentes (solo de alteração de rocha, cascalhos e outros), com o objetivo de determinar a espessura e o volume a ser escavado. Nem sempre esta informação é conhecida com suficiente detalhe antes das operações. Quando o solo superficial não for disponível devido à inexistência ou alto custo de transporte, ou mesmo quando a presença de espécies invasoras inviabilizar sua utilização, outros substratos adequados (como solo de alteração) devem ser identificados para posterior utilização.



O solo superficial deve ser removido separadamente do material subjacente (estéril ou minério) (13,16,20,25)

Com base na prática anterior, a camada superficial do solo deve ser removida por meios mecânicos (por exemplo, por trator de esteiras, pá carregadora ou motoniveladora), sem que haja mistura com materiais subjacentes.



A retirada do solo superficial deve ser executada logo após a retirada da vegetação (1, 7,16)

A ausência da vegetação intensifica os processos de dinâmica superficial, que causam perda de solo e de seus nutrientes, ao passo que as altas temperaturas decorrentes da exposição direta ao sol têm efeitos negativos sobre a fauna do solo. A presença da vegetação (nativa ou não) é fator de conservação do solo, motivo pelo qual a remoção separada de vegetação e solo deve ser concatenada (Foto 2).



Foto 2. Área preparada para remoção de solo superficial após a retirada da vegetação. Em detalhe, porção onde o solo superficial já foi retirado em terreno de alta declividade (Foto: Ana C. Neri).



Deve-se evitar a degradação do solo superficial por serviços de manutenção de campo em maquinários (como trocas de óleo) e por trânsito sobre a área (25)

Serviços de manutenção executados em campo em maquinários (como abastecimento e lubrificação e manutenção mecânica) podem causar vazamento de hidrocarbonetos que possuem potencial de contaminação do solo

superficial. Uma das formas de controlar estes incidentes é evitar lavar, fazer manutenção nos maquinários e transitar sobre o solo superficial.

Os maquinários de retirada do solo superficial devem ser vistoriados periodicamente quanto a possíveis vazamentos de óleo, lubrificantes e outros (25)

Vazamento de substâncias como óleos lubrificantes e hidráulicos causa contaminação do solo superficial, inviabilizando seu uso em recuperação ambiental e implicando custos de correção para as empresas. Manutenção preventiva é uma forma de evitar vazamentos.

Armazenamento temporário do solo superficial

Idealmente o solo deve ser utilizado imediatamente após sua remoção, visando conservar suas propriedades físico-químicas e biológicas. Nem sempre, porém, isto é possível em uma mina e é necessário seu armazenamento par uso posterior. Este tópico apresenta sete práticas relacionadas às formas de armazenamento temporário do solo superficial.

O solo superficial deve preferencialmente ser usado imediatamente após a sua retirada (7, 16, 25)

O solo superficial utilizado diretamente após a sua retirada minimiza a perda de nutrientes e a alteração de suas atividades biológicas. Ademais o uso direto do solo superficial na área a ser recuperada evita que o solo superficial seja manuseado duas vezes e eventual desmatamento para a implantação de pilhas (Foto 3).





Foto 3. Área recuperada naturalmente sobre solo superficial proveniente da área de expansão de uma mina de calcário. O solo superficial foi disposto diretamente na área e a vegetação foi restabelecida por meio de regeneração natural (Foto: Ana C. Neri).

O solo superficial deve ser armazenado em áreas preferencialmente horizontais e bem drenadas em que não haja tráfego (pedestres, veículos ou animais) (13,14,15, 16,25)

A área de armazenamento de solo superficial deve ser preferencialmente horizontal ou de baixa declividade e bem drenada, para evitar acúmulo de água, umidade excessiva e protegê-lo da lavagem por chuvas intensas. Deve ser livre de tráfego de pedestres, veículos ou animais, para evitar a compactação do solo.

O solo superficial deve ser armazenado em leiras ou pilhas de até dois metros (25)

A formação de pequenas pilhas ou leiras reproduz parcialmente as condições naturais de ocorrência da camada superficial do solo. Recomenda-se que o solo não seja estocado em pilhas muito altas ou volumosas para reduzir a compactação e a circulação de ar, mantendo parte de suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Não se deve compactar o solo superficial nem cobri-lo com plásticos ou lonas (13,16, 25)

A compactação e cobertura do solo superficial por lona ou similares cria condições anaeróbicas e aumento excessivo de temperatura, que acarretam na diminuição do potencial de germinação espontânea das plântulas. Para evitar o desencadeamento deste fenômeno quando seja necessário cobrir o solo superficial deve-utilizar serrapilheira ou restos vegetais.

Se for necessário estocagem por longos períodos e não houver brota espontânea de vegetação, as pilhas de armazenamento de solo superficial devem ser revegetadas com gramíneas ou leguminosas (7, 14,15,16, 25)

Quando não houver brota espontânea de vegetação, as pilhas devem ser cobertas por serrapilheira ou por espécies herbáceas para minimizar os efeitos da insolação e lixiviação propiciando a manutenção das atividades biológicas e da umidade do solo. Em caso de uso de serrapilheira, esta deve ser obtida de áreas a serem desmatadas e não de áreas de vegetação nativa onde não se planeje intervir.

O prazo de estocagem do solo superficial não deve exceder 2 anos (25)

A maioria dos guias de boas práticas não estipula um período máximo de armazenamento de solo; um guia brasileiro recomenda que o prazo de estocagem do solo superficial não exceda dois anos para que não haja perdas significativas de sua qualidade e de seu potencial de propágulos.

O solo superficial deve ser revolvido periodicamente (25)

O revolvimento periódico do solo promove sua aeração, que tem como benefício uma melhor preservação da sua atividade biológica. Esta prática é recomendada somente nos casos em que o período de estocagem for longo.



Recolocação da camada superficial do solo

A maioria das medidas de recuperação ambiental requer a utilização de solo como substrato de vegetação ou no remodelamento topográfico. O manuseio do solo estocado temporariamente deve ser cuidadoso, de modo a conservar suas propriedades. Este tópico apresenta quatro práticas relacionadas à recolocação da camada superficial do solo.

O solo superficial deve ser disposto sobre as superfícies a serem recuperadas. (7,16 ,25)

O solo superficial é fonte de nutrientes, matéria orgânica e propágulos e tem o potencial de facilitar a revegetação de áreas degradadas. O solo superficial é disposto em camadas homogêneas de espessura pré-determinada, de acordo com o volume disponível. Ressalta-se que mesmo uma camada pouco espessa é importante para auxiliar no sucesso da recuperação da área degradada (Foto 4).



Foto 4. Pilha de estéril recoberta por solo superficial (argila arenosa vermelha) proveniente da ampliação de uma cava, disposto sobre blocos de rocha estéril para posterior plantio de espécies nativas (Foto: Luis E. Sánchez).

Caso não haja solo superficial suficiente para os tratos da superfície final, devem-se utilizar rejeitos inertes ou material similar excedente (7,16,25)

Nos casos em que não exista camada superficial de solo, ou quando os volumes são insuficientes para cobrir toda a superfície de recuperação, recomenda-se sua complementação ou substituição por outro material, como solo de alteração de rocha ou material inerte. Nesta situação, deve ser identificado o melhor material substituto com base em suas propriedades físicas e químicas.

Deve-se definir a espessura necessária da camada de solo superficial para cada área, de acordo com o volume disponível nesta área (20, 25)

Para cada setor a ser recuperado (por exemplo, berma ou topo de pilha de estéril ou pátio de armazenamento de minério), é preciso estimar a espessura da camada de solo a ser disposta, de acordo como o volume de solo superficial disponível para cada área, de modo a otimizar a utilização deste recurso.

A camada de solo superficial deve ser disposta de forma regular, obedecendo à conformação topográfica do terreno (14,15,16,25)

A camada de solo superficial deve ser disposta regularmente sobre a superfície a ser recuperada. Outros materiais, como solo de alteração, podem ser usados para atingir a conformação topográfica pretendida, conforme as práticas desse programa. Como normalmente o solo superficial somente está disponível em quantidades reduzidas, não deve ser utilizado para a finalidade de conformação topográfica.

Tratos da superfície final

A área a ser recuperada deverá ser preparada para recebimento do solo superficial mediante tratos como a descompactação. Após a reposição do solo, tratamentos como



correção de acidez e fertilização costumam ser recomendados. Este tópico apresenta seis práticas relacionadas a tratos da superfície final.

Deve se minimizar a movimentação de equipamentos sobre as áreas que já tenham recebido a camada fértil do solo (7)

O tráfego de equipamentos causa compactação do solo. Da mesma forma, a área deve ser isolada caso haja possibilidade de circulação de animais de criação, o que também compacta o solo.

Devem-se avaliar e definir níveis de correção da fertilidade desejada (7,13,16, 25)

Os níveis de correção de fertilidade devem ser definidos com base em análises físicas e químicas do solo ou do substrato das áreas a serem recuperadas. A correção de fertilidade propicia a transformação de um substrato pobre em nutrientes em um ambiente mais favorável para o crescimento de plantas durante o período inicial de recuperação, propiciando o restabelecimento mais rápido da cobertura vegetal.

A aplicação do corretivo de pH deverá ser feita com antecedência ao plantio (7,13,25)

A correção da acidez do solo é normalmente recomendada em climas tropicais, pois facilita a absorção de nutrientes pelas plantas. A aplicação prévia de corretivo (usualmente calcário dolomítico) permite que os álcalis tenham sido incorporados ao solo quando for efetuado o plantio. O prazo de antecedência deve ser definido com base nas características do solo, de acordo com resultados de análises de solo.

Quando possível, deve-se aplicar a adubação orgânica (7,13, 25)

Os principais tipos de adubação orgânica aplicáveis são:
a) adubação verde, proveniente de plantas cultivadas com

essa finalidade, que são trituradas, servindo como cobertura até serem decompostas (as leguminosas são as mais utilizadas para essa finalidade) e b) aplicação de cobertura morta, colchão de matéria vegetal triturada, com objetivo de aumentar os teores de matéria orgânica e conservar a umidade do solo (Foto 5).



Foto 5. Corte realizado em uma área recuperada para abertura de acesso mostra camada de argila colocada para recobrir estéreis e facilitar o crescimento da vegetação nativa. Com o desenvolvimento da vegetação, nota-se o enraizamento das plantas, o que melhora paulatinamente a qualidade do solo (Foto: Luis E. Sánchez).

Deve-se identificar a profundidade da camada adensada que precisa ser descompactada (25)

Um dos principais obstáculos ao restabelecimento da vegetação nativa é a compactação do solo, que dificulta a penetração das raízes. É possível determinar a profundidade da camada compactada com auxílio do equipamento denominado penetrômetro de cone. O conhecimento da profundidade dessa camada possibilita a escolha do melhor implemento para descompactação.



O solo superficial deve ser descompactado por práticas culturais ou mecânicas (25)

Para descompactar o solo superficial existem dois tipos de práticas: mecânicas e culturais. As práticas mecânicas, mais usuais e rápidas, são feitas por escarificadores ou similares, devendo-se determinar antecipadamente a profundidade a ser descompactada. As práticas culturais incluem o uso de espécies herbáceas com sistema radicular profundo capaz de romper camadas compactadas.

Controle de contaminação do solo

A contaminação do solo pode ser prevenida mediante cuidados operacionais nas tarefas que envolvam manuseio ou armazenamento de substâncias químicas ou resíduos. Na mineração, as atividades que apresentam maior potencial de contaminar o solo são: recebimento e armazenamento de derivados de petróleo, abastecimento, lubrificação, manutenção e lavagem de veículos e equipamentos e armazenamento de óleos usados. As empresas devem estar preparadas para ações de emergência caso ocorram acidentes que resultem em vazamento destas substâncias. Caso seja detectada a contaminação decorrente de atividades passadas, ações corretivas (remediação) podem ser necessárias. Ao final da vida útil de uma mina, não deve haver áreas contaminadas remanescentes. Este tópico apresenta oito práticas relacionadas ao controle de contaminação do solo, também relacionadas à proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Áreas suspeitas de contaminação do solo devem ser caracterizadas por meio de investigação confirmatória (27)

As áreas suspeitas são aquelas que apresentam indícios ou fatos – atividades que manipulam substâncias tóxicas ou inflamáveis, como os derivados de petróleo e determinados produtos químicos - que permitam suspeitar da existência de contaminação na área sob avaliação, por meio de informações disponíveis sobre o uso atual e o passado da área. Um exemplo são minas onde tenha havido estocagem subterrânea de óleo diesel ou

haja indícios de vazamentos ocorridos no passado. Um estudo confirmatório visa constatar se de fato há contaminação ou não. Pode ser necessário coletar amostras superficiais ou realizar sondagens para coleta de amostras sub-superficiais de solo e água.

Caso ocorra vazamento de derivados de petróleo, o solo contaminado deve ser removido e encaminhado para destino adequado ou remediado in situ (13)

As empresas que têm planos de ação emergencial usualmente adotam medidas iniciais de contenção do vazamento, seguidas de ações de remediação. Nos casos mais simples, pode ser suficiente recolher imediatamente os produtos vazados e escavar o solo subjacente em profundidade e área suficientes. O solo escavado deve ter um destino adequado, como um aterro de resíduos perigosos, por exemplo. Em caso de vazamentos ocorridos sobre solos permeáveis, nas frentes de lavra ou sobre substratos rochosos fraturados, normalmente é necessária investigação confirmatória. Caso corpos d'água sejam afetados pelo vazamento, outras ações emergenciais e corretivas são necessárias.

Material sólido coletado em caixas separadoras de óleos e graxas e de efluentes de lavagem deve ser armazenado em local apropriado e enviado para destino adequado (3,13)

Caixas separadoras de óleos e graxas vêm sendo usadas como dispositivos baratos e eficientes para reduzir a carga poluidora de efluentes líquidos de oficinas mecânicas e áreas de lavagem. Estes dispositivos também retêm partículas sólidas que podem estar contaminadas com óleos. Este material deve ser periodicamente retirado, armazenado de forma segura e enviado para destino final adequado, não devendo ser disposto em bota-foras ou ter qualquer outro uso não controlado.

Tanques de armazenamento de combustível devem ser instalados sobre o solo (29)

Os tanques aéreos de armazenamento de combustíveis facilitam inspeções de segurança, minimizando, assim, os riscos



de vazamento. Ao mesmo tempo, o armazenamento de combustíveis em tanques localizados sobre o solo permite ação emergencial rápida em caso de acidentes (Foto 6).



Foto 6. Tanques aéreos recém-instalados. Notar mureta de contenção, cobertura, tubulação aérea, piso impermeável na área adjacente de abastecimento e canaletas para coleta de água (Foto: Ana C. Neri).

O local onde se encontram tanques aéreos de armazenamento de combustíveis deve ser dotado de bacia de contenção (4)

Os tanques aéreos de armazenamento de derivados de petróleo devem possuir bacias de contenção capazes de reter o volume total dos líquidos armazenados em caso de derramamento acidental.

Os derivados de petróleo devem ser armazenados em local com piso impermeável e capacidade de retenção da totalidade do volume armazenado (4,13)

Óleos lubrificantes, óleos usados, fluidos hidráulicos e demais derivados de petróleo são fontes potenciais de contaminação de água subterrânea, água superficial e solo e devem ser isolados do contato direto com o solo. Estes produtos devem

ser armazenados em local com piso impermeável e capacidade de retenção da totalidade do volume armazenado.

Oficinas mecânicas, áreas de lavagem de equipamentos, de armazenamento e abastecimento de combustível devem ser localizadas distantes de cursos d'água (13)

A localização destas instalações à distância de corpos d'água reduz os riscos ambientais, ao diminuir a possibilidade de que um vazamento atinja os recursos hídricos antes de ser contido.

Pisos de oficinas mecânicas, áreas de abastecimento e de lavagem de equipamentos devem ser impermeabilizados e dotados de sistema de coleta de líquidos, conectado a sistemas de tratamento e separação (13)

As áreas das oficinas mecânicas, abastecimento e lavagem de equipamentos deverão ser concretadas e impermeabilizadas, evitando que qualquer resíduo atinja o solo. Essas áreas devem ser cercadas por canaletas que levam todo o efluente para uma caixa separadora de água e óleo (Fotos 7 e 8).



Foto 7. Área de lubrificação, dotada de piso impermeável, barreira de concreto e sistema de drenagem (Foto: Luis E. Sánchez).





Foto 8. Área de lavagem dotada de piso impermeável e sistema de drenagem para a condução de efluentes às caixas separadoras (Foto: Luis E. Sánchez).

Controle dos processos de dinâmica superficial nas vias de circulação e áreas de apoio

A implantação de vias internas e de áreas de apoio, como pátios, áreas de estoque de produtos, oficinas e outras, expõe os terrenos a processos de dinâmica superficial, em particular a erosão, além de escorregamentos. Os processos erosivos e os escorregamentos podem resultar em assoreamentos de cursos d'água e interrupção de vias de circulação. As Fotos 9 e 10 mostram como a ausência ou deficiência de sistema de drenagem nas vias de acessos, pátios e áreas de estocagem podem resultar em assoreamentos e escorregamentos.



Foto 9. Bota-fora de uma pedreira adjacente a córrego, com grave situação de assoreamento (Foto Luis E. Sánchez).



Foto 10. Escorregamento de solo em talude de corte em via interna de circulação de mina (em primeiro plano), causado por ausência de sistema de drenagem (Foto: Ana C. Neri).

Este tópico tem relação direta com as práticas de proteção dos recursos hídricos superficiais e apresenta cinco práticas. Práticas específicas de controle dos processos de dinâmica superficial em pilhas de estéril e bancadas são descritas nas fichas correspondentes.

As vias de acesso ou circulação interna devem dispor de um sistema de drenagem (13,14,15, 25)

Um sistema de drenagem para captação e condução de águas de chuva – composto de dispositivos como canaletas, drenos, *riprap* e escadas hidráulicas – disciplina o escoamento superficial e reduz o potencial erosivo das águas de chuva. (Fotos 11 e 12).





Foto 11. Sistema de drenagem composto por canaletas escavadas e bacias de decantação ao longo das vias de acesso, responsável pela retenção de sedimentos provenientes de pátios de estocagem, áreas de apoio e vias de acesso da mina (Foto: Luis E. Sánchez).



Foto 12. Canaleta escavada *in situ*, associada a bolsões de sedimentação distribuídos nas vias de acesso visando reter sedimentos provenientes de duas pilhas de estéril (Foto: Ana C. Neri).

As canaletas escavadas em solos erodíveis devem ser revestidas (25)

Revestimentos adequados como concreto, sacos solo-cimento ou pedra de mão com argamassa, entre outros, minimizam a erosão do terreno onde foi escavada a canaleta, reduzindo o aporte de sedimentos e aumentando a durabilidade dos dispositivos de drenagem (Fotos 13 e 14).



Foto 13. Vista de canaletas revestidas por rocha estéril (dolomito) derivada de uma mina (Foto: Ana C. Neri).



Foto 14. Detalhe das canaletas revestidas por dolomito (Foto: Ana C. Neri).



A água proveniente das vias de acesso ou circulação interna deve ser aduzida para bacias de decantação ou similares antes de ser liberada ao meio externo (13,14,15,16)

A água de chuva captada no sistema de drenagem contém partículas sólidas que devem ser retidas em bacias de decantação ou similares antes de sua liberação ao meio externo ou à drenagem natural, evitando o assoreamento de cursos d'água à jusante (Foto 15).



Foto 15. Escoamento superficial proveniente de vias de acesso e de bancadas retidas em uma cava. As setas amarelas indicam o sentido de escoamento superficial para a cota mais baixa da mina, na qual a água será bombeada e lançada em um curso d'água localizado à jusante da mina (Foto: Ana C. Neri).

A água proveniente de pátios de estocagem a céu aberto deve ser aduzida para bacias de decantação antes de ser liberada ao meio externo (13,14,15,16)

Pátios de estocagem podem ser fonte de grandes quantidades de partículas, em especial, no caso de produção de brita, os próprios materiais finos ali estocados ou manuseados. Grandes áreas expostas podem ter sistemas de drenagem próprios, separados daqueles usados em vias de circulação. O assoreamento é uma forma de degradação dos recursos hídricos

e deve ser prevenido. Quando medidas preventivas não são aplicadas ou são ineficazes, a empresa pode ser obrigada a recuperar os rios afetados.

As águas pluviais devem ser lançadas em linhas de drenagem natural, em bacias de infiltração ou destinadas a reuso (13,16)

Após decantação, a descarga de águas pluviais derivadas do sistema de drenagem deve ser reaproveitada ou dirigida para linhas naturais de drenagem, evitando taludes e demais superfícies desprotegidas de vegetação. Em alguns locais, a água de drenagem pode ser dirigida para bacias de infiltração, em vez de ser lançada em cursos d'água.

3.2.2.2 Práticas topográficas e geotécnicas

As práticas topográficas e geotécnicas estão arranjas em duas fichas denominadas: "Estabilidade de bancadas" e "Estabilidade de pilhas de estéril". As fichas apresentam práticas relacionadas ao remodelamento da superfície a ser recuperada e incluem ações como a disposição de estéreis em cavas exauridas e a adequada conformação do terreno para acolher as formas de uso do solo pós-mineração. Tais práticas são associadas à minimização do impacto visual.

Estabilidade de bancadas

O sucesso da recuperação ambiental em minas depende diretamente da estabilidade física da área. Os taludes em solo ou rocha podem ser sujeitos à erosão, escorregamento, queda de blocos e outros processos tanto durante a fase de operação quanto após o fechamento. As boas práticas recomendam que se apliquem medidas capazes de garantir a estabilidade a longo prazo, após o fechamento, com necessidades mínimas de manutenção. Nesta ficha são apresentadas sete práticas com esta finalidade.



O ângulo das bancadas deve ser mantido de acordo com o projeto previamente definido, considerando as características geológico-geotécnicas da rocha ou solo, visando à configuração final da cava (6, 7,13)

O ângulo das bancadas deve ser implementado de acordo com os estudos geológico-geotécnicos realizados durante a fase de planejamento (ou revisões posteriores). Podem ser definidos ângulos diferentes para a fase de operação e para o período pós-fechamento, quando se deve buscar a estabilidade a longo prazo das escavações remanescentes (Foto 16). A reconformação final das bancadas em solo deve, preferencialmente, acompanhar a paisagem da região, buscando semelhança com o ângulo e o comprimento dos taludes naturais da região. As bancadas em rocha podem receber tratamento que altere sua configuração geométrica, segundo o uso futuro.



Foto 16. Taludes em rocha são em conformação final no setor superior de uma cava. Nota-se que o ângulo do talude está adequado com o ângulo de mergulho da rocha favorecendo a sua estabilidade (Foto: Ana C. Neri).

Deve-se implantar um sistema de drenagem de águas pluviais em taludes em solo (6,7,13)

Devido à maior suscetibilidade à erosão, os taludes em solo requerem um sistema de drenagem capaz de disciplinar o escoamento superficial e minimizar processos de dinâmica superficial. Este sistema é usualmente composto por canaletas, escadas hidráulicas e caixas de dissipação de energia, mas a reprodução dos padrões naturais de drenagem pode ser buscada nos casos em que o uso futuro vise à criação de áreas de conservação ambiental.

Nos taludes em solo, as bermas devem ter inclinação transversal e longitudinal (6,13)

Os taludes em solo são suscetíveis à erosão. A inclinação transversal das bermas tem como função conduzir as águas pluviiais para uma canaleta localizada no pé do talude superior. A inclinação longitudinal conduz a água para outros dispositivos, como escadas ou bacias de decantação.

As bancadas situadas em cotas superiores da cava devem ser recuperadas assim que atinjam sua posição final (13)

Trata-se, frequentemente, de bancadas em solo, que, ao atingirem a posição prevista no plano de lavra (cava final), devem ser revegetadas, reduzindo o impacto visual, o potencial de desencadear processos de dinâmica superficial (Foto 17). Também existem casos em que as bancadas são recuperadas temporariamente para uso futuro, situação ilustrada na Foto 18. A recuperação provisória tem como função evitar o desencadear de processos de dinâmica superficial – erosão, escorregamento- e minimizar o impacto visual da mina até que se inicie novamente a exploração deste setor.



Foto 17. Vista das bancadas de uma mina. Notar ao fundo, uma área em vias de recuperação, já dotadas de vegetação; na porção central, uma faixa preparada para plantio (com solo exposto) e em primeiro plano, bancadas em rocha (Foto: Ana C. Neri).





Foto 18. Talude com cobertura vegetal temporária, em área reservada para futura expansão da mina (Foto: Ana C. Neri).

Nas frentes de lavra que já se encontram em processo de reintegração ambiental, devem-se limpar e remover os blocos desmontados ou rolados nas bermas (13)

Blocos ou matacões instáveis eventualmente presentes em bermas finais devem ser removidos se não tiverem função (por exemplo, abrigo de fauna) nas áreas recuperadas. Em caso de matacões estáveis, deve-se mantê-los no taludes/bancadas evitando a instabilização do terreno, conforme ilustrado na Foto 19.



Foto 19. Taludes em recuperação nas bancadas superiores de uma mina. Notam-se, em detalhe, matacões de tamanho métrico e estáveis mantidos nos taludes para evitar o desencadeamento de escorregamentos (Foto: Ana C. Neri).

Blocos rochosos em equilíbrio instável e placas rochosas soltas deverão ser removidos (13)

A presença de blocos soltos ou placas rochosas instáveis no topo de bancadas representa risco de rolamento. Quando do fechamento da mina, essas placas e blocos devem ser removidos, usualmente com a ajuda de alavancas, partindo das bancadas superiores para as bancadas inferiores. Este procedimento evita que a retirada das placas inferiores desestabilize as placas superiores e que ocorra um acidente.

Blocos e placas parcialmente descalçados, ou mesmo aqueles somente superpostos a planos de fratura com inclinação direcionada para o interior da cava, deverão ser removidos (13)

As mesmas razões da prática acima aplicam-se no caso de blocos e placas com risco de queda. Estes procedimentos são normalmente implementados na fase de desativação da mina.

Estabilidade de pilhas de estéril

A estabilidade a longo prazo de pilhas de estéril depende não somente de um projeto adequado, mas também de procedimentos que levem à sua implantação em pleno acordo com um projeto adequado. Associada a estas práticas encontram-se práticas relativas à minimização de impacto visual. Este tópico inclui nove práticas operacionais com esta finalidade.

Deve-se executar a pilha de forma ascendente (29)

A construção ascendente da pilha permite maior controle da área de implantação, controle geotécnico da própria pilha, mediante compactação dos estéreis, implantação progressiva de sistema de drenagem e proteção de taludes inferiores com revestimento vegetal (Foto 20).





Foto 20. Compactação de pilha de estéril construída pelo método ascendente em uma pedreira de granito (Foto: Luis E. Sánchez).

Quando possível, as cavas exauridas devem ser preenchidas por estéril (6)

As cavas exauridas podem ter diversos usos, e na maior parte dos casos, não são preenchidas com os próprios estéreis. Todavia, em certas situações, esta solução pode ser adotada, como nos casos em que os estéreis de uma nova mina são dispostos em uma mina já exaurida. A recolocação de estéril na própria cava reduz os impactos ambientais associados ao uso de novas áreas para disposição de estéril, à presença de pilhas na área da mina, reduzindo também a necessidade de medidas de recuperação ambiental para pilhas de estéril.

Caso a pilha de estéril intercepte linhas de fluxo natural de água, devem ser implantados dispositivos de drenagem interna (25)

Nestes casos, é recomendado, além da remoção da vegetação, também a remoção de solos moles, seguida da colocação de uma camada drenante, composta por pedra grossa ou outro material adequado. Tais dispositivos de drenagem interna são importantes para a estabilidade da pilha de estéril, evitando erosão interna (*piping*).

Deve se implantar um sistema de drenagem de águas pluviais em taludes de solo (6,7,13)

Os taludes em solo são mais suscetíveis à erosão e escorregamentos e devem ser protegidos por um sistema de drenagem capaz de disciplinar o escoamento superficial. O sistema de drenagem é comumente composto por canaletas, escadas hidráulicas e caixas de dissipação de energia, mas a reprodução dos padrões naturais de drenagem pode ser buscada nos casos em que o uso futuro vise à conservação ambiental.

As bermas devem ter inclinação transversal e longitudinal para escoamento das águas superficiais (29)

A inclinação transversal das bermas tem como função conduzir as águas pluviais para uma canaleta localizada no pé do talude superior. A inclinação longitudinal conduz a água para outros dispositivos, como escadas ou bacias de decantação (Foto 21).



Foto 21. Sistema de drenagem de uma pilha de estéril composto por bermas inclinadas (0,5%) que disciplinam o escoamento superficial (flechas) para o pé do talude superior de infiltração (Foto: Luis E. Sanchez).



A água proveniente das pilhas ou dos corpos do “bota-fora” deve se aduzida para bacias de decantação antes de ser liberada ao meio externo (13,16)

A água derivada das pilhas ou dos “bota-foras” comumente carrega sedimentos que podem assorear cursos d’água localizados a jusante. Para evitar o desencadeamento deste fenômeno a água deve se aduzida para bacias de decantação antes de ser liberada ao meio externo ou reutilizada na mina (Fotos 22 e 23).



Foto 22. Parte do sistema de drenagem de uma pilha de estéril, vendo-se canaletas revestidas de concreto (indicada) e área de espera (Foto: Ana C. Neri).

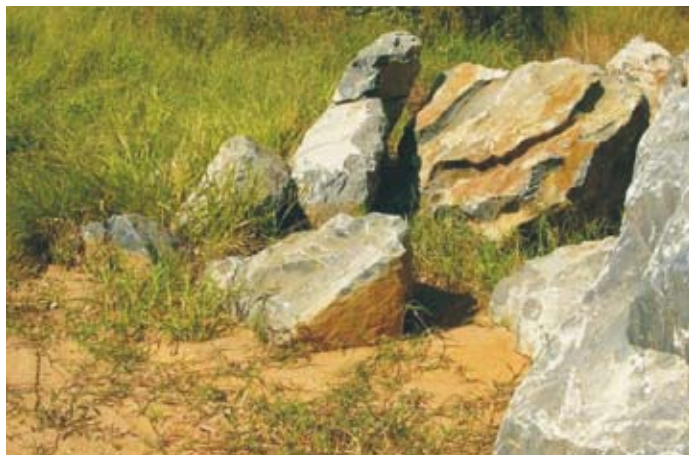


Foto 23. Parte da área de espera (detalhe da foto 22). Notar blocos de rocha utilizados para reduzir a velocidade do escoamento das águas de superfície (Foto: Ana C. Neri).

Devem-se revegetar taludes e bermas concomitantemente à formação das pilhas de estéril (29)

O método ascendente de disposição de estéreis permite a recuperação progressiva das bermas e taludes inferiores, protegendo a pilha e evitando o desencadeamento de processos de dinâmica superficial – erosão, escorregamento – além de contribuir para a minimização dos impactos visuais. Dependendo do uso futuro da área, a vegetação estabelecida também pode desempenhar funções ecológicas (Foto 24).



Foto 24. Pilha de estéril em recuperação concomitantemente à sua implantação (Foto: Ana C. Neri).

No caso particular de mata nativa, deve-se deixar uma faixa de amortecimento no pé do talude inferior (29)

Caso ocorram remanescentes de vegetação nativa a jusante de pilhas de estéril, deve-se deixar uma faixa de amortecimento em torno da base da pilha, evitando-se que blocos rolados causem danos e que eventuais escorregamentos atinjam a vegetação. Ademais, esta faixa de amortecimento facilita a realização de inspeções e atividades de manutenção, como a desobstrução de canaletas de drenagem e a limpeza de bacias de decantação (Foto 25).





Foto 25. Zona limítrofe entre uma pilha de estéril e mata nativa. Notar ausência de zona de amortecimento e a presença de um bloco rochoso rolado e que poderia ter danificado a vegetação (Foto: Luis E. Sanchez).

Pilhas de estéril podem ser utilizadas como barreira visual (29)

As pilhas de estéril podem ser utilizadas como barreiras físicas para minimizar o impacto visual, reduzindo ou evitando que a mina seja visualizada por observadores externos. Adicionalmente, pode servir como barreira antirruído.

3.2.2.3. Práticas hídricas

As práticas hídricas estão agrupadas em apenas uma ficha, nomeada: "Proteção dos recursos hídricos". Este conjunto de práticas está dividido em dois tópicos: proteção dos recursos hídricos superficiais e proteção dos recursos hídricos subterrâneos. As práticas apresentadas neste programa dizem respeito tanto à qualidade quanto à quantidade desses recursos.

Proteção dos recursos hídricos superficiais

Estas práticas têm forte relação com aquelas voltadas à proteção do solo e controle de erosão, uma vez que um dos

principais agentes de degradação da qualidade das águas superficiais são as partículas sólidas provenientes de áreas de solo exposto ou de pilhas de materiais. A fração grossa destas partículas tende a sedimentar em corpos d'água, causando assoreamento. As partículas mais finas tendem a ser transportadas em suspensão, causando turbidez nos corpos d'água. Os dois fenômenos são danosos à biota aquática, causando o soterramento das comunidades bentônicas e a redução da produtividade primária, devido à menor penetração de luz na coluna d'água. A degradação dos ambientes hídricos pode representar um passivo ambiental, podendo obrigar a empresa de mineração a implementar medidas de recuperação. Esta forma de degradação ambiental é passível de prevenção, mediante medidas apropriadas. Outra causa de degradação dos recursos hídricos superficiais é a contaminação por vazamento de hidrocarbonetos.

Este tópico inclui doze práticas relacionadas à proteção dos recursos hídricos superficiais.

Deve ser implantado sistema de drenagem de águas pluviais com o objetivo de desviar as águas superficiais das áreas nas quais são desenvolvidas atividades de mineração (drenagem perimetral) (13, 25)

O desvio das águas de escoamento superficial evita o contato com áreas de solo exposto, pilhas de minério, de estéril ou de produtos, assim como as áreas operacionais, reduzindo, desta forma, a quantidade de água que deve ser captada e conduzida para bacias de decantação.

Devem-se reter os sedimentos carregados por escoamento superficial mediante a implantação de bacias de decantação, filtros de agregados ou outros dispositivos antes da água ser lançada às áreas externas à mina (7,13,16,25)

Estes dispositivos têm como finalidade evitar o assoreamento de cursos d'água e sua contaminação por sólidos dissolvidos ou em suspensão. Entre os dispositivos mais comuns destacam-se: bacias de decantação, filtros de agregados e



áreas de espera. Dispositivos temporários, como pequenas bacias de decantação e infiltração, podem ser instalados a jusante de áreas de avanço de lavra ou durante a preparação de áreas para pilhas de estéril (Fotos 27, 28, 29 e 30).



Foto 27. Bacias de decantação escavadas localizada a jusante de uma cava que recebem sedimentos carreados pelas águas pluvias de todo o entorno de uma mina, incluindo as vias de acesso (Foto: Ana C. Neri).



Foto 28. Pequena bacia de decantação nas vias de acesso para uma cava (Foto: Ana C. Neri).



Foto 29. Bacias de decantação de concreto para retenção de sedimentos grossos. Água proveniente do bombeamento da água subterrânea de uma cava (Foto Ana C. Neri).



Foto 30. Bacia de clarificação escavada para decantação de sedimentos finos. Água proveniente de bacias de decantação (Foto: Ana C. Neri).

Bacias de decantação devem ser instaladas fora de cursos d'água permanentes ou temporários (16,25)

Para reduzir a interferência em cursos d'água perenes ou temporários, bacias de decantação ou outros dispositivos de



retenção de sedimentos não devem ser construídos em talvegues, mas em locais apropriados a meia encosta, abaixo das principais fontes de sedimentos. (Foto 31)



Foto 31. Planície aluvionar assoreada com sedimentos (linha demarcadora tracejada) provenientes de uma pilha de estéril localizada a montante, visível em primeiro plano (Foto: Luis E. Sánchez).

Os sedimentos retidos devem ser removidos das bacias de decantação antes que seu limite da capacidade seja alcançado (13,16)

As bacias de decantação têm como objetivo reter os sedimentos, de modo que, com o tempo, vão sendo preenchidas, reduzindo o volume disponível para retenção. Para manter a funcionalidade desses dispositivos, os sedimentos devem ser removidos periodicamente sempre que dois terços de sua capacidade for alcançada. Os sedimentos removidos podem ser dispostos em pilhas de estéril.

Deve-se revegetar o entorno dos cursos d'água permanentes e intermitentes (nascentes, cabeceiras, córregos, rios) (25)

A vegetação do entorno dos cursos d'água permanentes e intermitentes (nascentes, cabeceiras, córregos, rios, ou mata ciliar tem funções de proteção das margens contra erosão e

sombreamento da lâmina d'água, entre outras. Não é rara, nas áreas de mineração, a existência de trechos de rios e córregos sem tal proteção, cujas margens podem ser revegetadas sem prejuízo das operações mineiras. Esta prática está inter relacionada com as de manejo de vegetação e fauna (Foto 32).



Foto 32. Área de vegetação ciliar (delimitada pela linha tracejada amarela) em vias de recuperação situada às margens de córrego (linha azul) e previamente usada como pátio auxiliar de uma mina. Notar, à direita da foto, fragmento florestal remanescente (Foto: Luis E. Sánchez).

Caso a mina intercepte cursos d'água, deve-se protegê-lo mediante desvio ou canalização (29)

No planejamento de toda nova mina, deve-se evitar a interferência direta em cursos d'água. No entanto, algumas minas antigas foram planejadas sem este cuidado. Por outro lado, em alguns novos projetos, certas interferências podem ser inevitáveis. Nestes casos, os cursos d'água afetados devem ser desviados, mediante a criação de canais que reproduzam, na medida do possível, as condições geomorfológicas do trecho afetado. Deve-se evitar que o canal se localize em zonas onde possa receber cargas de sedimentos. Alternativamente, o canal pode ser coberto no trecho mais exposto. Para a desativação da mina, usualmente será necessário renaturalizar o córrego.



Deve-se reduzir o lançamento nos cursos d'água por meio do reuso da água (7,15, 20)

A recirculação e o reuso das águas pluviais ou de infiltração tem a dupla finalidade de contribuir para minimizar o assoreamento e a poluição dos cursos d'água e para reduzir a captação de água (superficial ou subterrânea) necessária para uso nos processos internos à mina (Foto 34).



Foto 34. Reservatório inserido em uma cava de calcário. A água, proveniente de águas subterrâneas, é utilizada em fábrica de cimento (Foto: Ana C. Neri)

O lançamento de efluentes deve ser isento de óleos e graxas (9,13)

Nas atividades minerárias, estas substâncias são derivadas de efluentes de oficinas mecânicas, postos de combustível ou vazamentos. Toda água que contenha ou possa conter óleos e graxas deve ser conduzida para um sistema de separação que propicie sua retenção e coleta, permitindo o lançamento da água em conformidade com padrões ambientais (Fotos 35 e 36).



Foto 35. Separador de óleo e água proveniente da oficina mecânica (Foto: Ana C.Neri).



Foto 36. Bacias de separação de óleo e água (Foto: Ana C. Neri).



Se a simples retenção em bacias de sedimentação não for suficiente para garantir a qualidade da água a ser lançada no corpo receptor, deve ser realizado tratamento adicional por meio de floculação ou outro processo físico-químico (29)

Águas de drenagem de mina podem conter sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos. Se, após passagem por bacias de decantação, as águas não atenderem aos padrões aplicáveis para lançamento em corpos d'água naturais, é necessário seu tratamento. Águas contendo partículas de diâmetro inferior a um micron usualmente requerem tratamento mediante coagulação e floculação.

Os locais de lavagem de equipamentos de mineração devem ter sua drenagem dirigida para sistemas de tratamento (29)

Os locais de lavagem de equipamentos de mineração são fontes de partículas sólidas e óleos e graxas que podem contaminar cursos d'água. É necessário que todas as áreas usadas para essa finalidade sejam dotadas de sistema de drenagem para captação desses efluentes, com direcionamento para dispositivos de decantação e de separação de óleos e graxas.

Efluentes oleosos de oficinas devem ser coletados e dirigidos para sistema de tratamento (3)

Oficinas mecânicas, assim como áreas de lubrificação e de armazenamento de derivados de petróleo são fontes potenciais de efluentes oleosos. Esses locais devem ser dotados de piso impermeável e sistemas de coleta, dirigindo a drenagem para um sistema de tratamento.

Sistemas de separação de água e óleos devem ter desvio de águas pluviais (3)

Águas de chuva que não entrem em contato com superfícies onde possa haver manuseio de derivados de petróleo não devem ser drenadas para os sistemas de separação de água e óleos. Quando ocorrem chuvas intensas, o sistema separador pode transbordar, liberando indevidamente água contendo efluentes oleosos.

Proteção dos recursos hídricos subterrâneos

Quando a extração de rochas atingir o nível do lençol freático, as empresas de mineração normalmente bombeiam a água acumulada no fundo da cava. Em certas minas, são instalados poços periféricos para bombeamento, evitando o acúmulo de água no fundo da cava. Em ambos os casos, o bombeamento origina um cone de rebaixamento no entorno da mina, podendo levar à redução de vazão ou mesmo à desaparecimento de nascentes. Este tópico inclui quatro práticas relacionadas à proteção dos recursos hídricos subterrâneos.

Devem-se consultar periodicamente os vizinhos quanto à possível redução de vazão em cacimbas ou poços tubulares profundos e nascentes (9,20)

A possibilidade de ocorrência deste impacto deve ter sido analisada na fase de planejamento. Pode ser recomendada a instalação de medidores de vazão em determinados locais. Além disso, seja para confirmar previsões, seja para demonstrar seu compromisso com a comunidade, é sempre recomendado que a empresa consulte as pessoas que possam ser afetadas nestes casos.

Caso ocorra a redução de vazão nas fontes hídricas dos vizinhos, a empresa deve lhes fornecer água até regularizar a situação (9)

Se for constatado que houve uma redução de vazão nas fontes hídricas, a empresa deve fornecer água em quantidade suficiente para atender às necessidades dos usuários, por exemplo, providenciando o suprimento a partir de uma nova fonte ou fornecendo periodicamente por caminhão pipa até regularizar a situação.

Quando cessar o bombeamento de água, a empresa deve continuar a monitorar a vazão das fontes hídricas dos vizinhos (29)

Caso a redução da vazão das fontes hídricas persista depois de cessado o bombeamento, a empresa deve se responsabilizar



pelo fornecimento de água até que a vazão em poços, nascentes e cursos d'água se restabeleça.

Caso haja necessidade de bombeamento de água da cava, deve-se usá-la na própria mina (15)

A água acumulada no fundo de uma cava pode ser originária do lençol freático ou da chuva, ou de ambas as fontes. O reuso dessa água reduz a necessidade de captação em outras fontes. A água do fundo da cava pode ser usada para diversas finalidades, como aspersão sobre pistas de rolamento, abatimento de partículas nas instalações de beneficiamento, entre outros possíveis usos, devendo-se, como regra geral, evitar seu lançamento em corpos d'água superficiais.

3.2.2.4 Práticas ecológicas

As práticas ecológicas estão agrupadas em uma ficha nomeada de "Manejo de vegetação e fauna". Estas práticas devem ser empregadas durante as fases de implantação, operação e desativação das atividades minerárias, estando arrançadas em três tópicos: remoção de vegetação, minimização do impacto visual e restabelecimento de cobertura vegetal e habitats.

Remoção de vegetação

Embora a remoção de vegetação seja inevitável na maioria das minas, pode ser executada de maneira a reduzir seus impactos ambientais adversos, associando-a a medidas como restabelecimento de vegetação nativa ou salvamento de espécimes. As práticas de remoção de vegetação estão relacionadas com as práticas de controle de processos de dinâmica superficial e proteção de recursos hídricos superficiais. Este tópico inclui seis práticas relacionadas remoção de vegetação.

A retirada da vegetação deve ser realizada de forma concatenada com o plano de desenvolvimento da lavra (16, 18,25)

A retirada da vegetação deixa o solo desprotegido, permitindo assim a intensificação de processos de dinâmica superficial.

Quando a remoção da vegetação é feita somente no momento necessário para permitir o avanço dos trabalhos de lavra de minério ou de remoção de estéril, minimiza-se esta alteração. Caso se trate de vegetação nativa, esta manterá parte de suas funções ecológicas pelo maior período de tempo possível. Nos casos em que é possível fazer uma programação de longo prazo para lavra, remoção de vegetação e recuperação ambiental, pode-se buscar compensar a remoção gradativa de vegetação com o restabelecimento de novas áreas de vegetação nativa ou corredores ecológicos.

A área de supressão de vegetação nativa deve ser fisicamente delimitada, com ajuda de fitas zebreadas ou dispositivo equivalente (25)

A demarcação física da área de remoção de vegetação é comprovadamente eficaz para proteger áreas que não serão desmatadas, orientando os operadores de máquinas para que a retirada da vegetação ocorra apenas nos locais necessários para a implantação da cava, pilhas de estéril e outros componentes da mina (Foto 37).



Foto 37. Retirada de vegetação estritamente necessária para avanço de área de decapeamento em uma mina de calcário (Foto Luis E. Sánchez).



Quando se tratar de campo natural ou de forrageiras cultivadas, sua remoção deverá ser feita juntamente com a camada fértil do solo (25)

Quando na área de intervenção da mineração ocorrem campos naturais ou forrageiras cultivadas, deve-se remover esta vegetação juntamente com a camada de solo superficial. Este procedimento permite utilizar a vegetação como cobertura morta em áreas a serem recuperadas, aproveitando a matéria orgânica contida, assim como as sementes e a fauna do solo. No entanto, no caso de pastagens cultivadas, a germinação das sementes de espécies exóticas contidas no solo poderá dificultar o restabelecimento de vegetação nativa; nestes casos, esta prática poderá ser adaptada quando os objetivos de recuperação envolverem o restabelecimento de vegetação nativa.

A vegetação arbustiva ou arbórea retirada não deve ser queimada ao ar livre (25)

A vegetação removida para dar acesso às áreas de lavra, disposição de estéreis e demais áreas operacionais deve ser utilizada na própria mina (por exemplo, na construção de habitats para fauna ou na produção de cobertura morta), vendida, cedida para terceiros ou disposta em local apropriado na área da mina.

Epífitas devem ser retiradas manualmente de forma seletiva (salvamento) e reinseridas em áreas em recuperação (29)

Plantas epífitas são comuns em formações florestais brasileiras. Propiciam habitat para diversas espécies de fauna e algumas espécies podem ser raras. É recomendado que, na área a ser desmatada, as epífitas sejam identificadas previamente e coletadas manualmente, sendo, em seguida, recolocadas em áreas que não sofrerão intervenção da mineração ou em áreas em vias de recuperação.

Espécies vegetais de valor paisagístico significante devem ser identificadas e transplantadas (9,20)

Certas plantas de valor paisagístico podem contribuir na área a ser reflorestada como a) cortinas vegetais, b) criação de

áreas sombreadas (espécies de grande porte), c) delimitação física de áreas, caminhos ou acessos, d) criação de bosques ou maciços vegetais para áreas de lazer ou de conservação. Embora o transplante seja uma prática relativamente custosa, pode ser empregado em alguns casos em que o espécime vegetal tenha grande valor.

Minimização do impacto visual

O impacto visual de uma mina pode ser um fator determinante para a percepção da comunidade. É recomendado que se busquem reduzir as possibilidades de vista ampla de uma mina, mediante medidas como barreiras físicas e cortinas vegetais que considerem os locais de observação e a qualidade dos recursos visuais afetados. Na medida do possível, devem-se buscar conciliar funções paisagísticas e ecológicas para cortinas vegetais. Este tópico apresenta três práticas relacionadas à minimização do impacto visual.

Os fragmentos remanescentes de vegetação natural devem ser aproveitados como barreiras visuais (13)

Quando o planejamento da mina possibilita a preservação de fragmentos remanescentes da vegetação (nativa ou exótica), estes devem ser aproveitados para constituir cortinas vegetais que funcionem como barreiras visuais, aproveitando, na medida do possível, suas características harmonizadas com o entorno e o porte já adequado – uma das dificuldades das cortinas vegetais é o tempo de crescimento das plantas, de modo que fragmentos preexistentes podem ser eficazes como barreiras visuais desde o início das atividades.

Deve-se usar o replantio como complemento para barreiras visuais (13)

As barreiras visuais devem ter uma densidade de plantas suficiente para inibir a visualização da mina e suas dependências, assim como plantas de diferentes alturas para assegurar melhor proteção. Para tanto, pode ser necessário plantar mudas



de grande porte como forma de adensar as barreiras visuais ou melhorar sua composição.

Para as barreiras vegetais, devem-se escolher plantas que tenham um crescimento rápido e bom fechamento (13,25)

As barreiras vegetais devem ser preferencialmente constituídas com plantas de crescimento rápido e que propiciem bom fechamento, a fim de minimizar as possibilidades de visão do observador para os diversos componentes da mina. O rápido crescimento e o bom fechamento auxiliam na minimização da percepção do observador (Foto 38). No entanto, para esta finalidade pode ser necessário o emprego de espécies exóticas.



Foto 38. Cortina vegetal com espécies de crescimento rápido (eucaliptos) para reduzir a vista de uma pilha de estéril (Foto: Ana C. Neri).

Restabelecimento de cobertura vegetal e habitats de vida selvagem

As práticas relacionadas ao restabelecimento da vegetação são essenciais para a recuperação da qualidade do solo, controlar a erosão e evitar a poluição das águas. As medidas de

restabelecimento da vegetação nativa também conduzem à reconstrução de habitats, propiciando a recolonização por parte da fauna nativa. Algumas práticas adicionais podem ser adotadas especificamente para o manejo de fauna. Este tópico inclui dezesseis práticas relativas ao restabelecimento de cobertura vegetal e habitats, voltadas, especialmente, para ambientes naturais. Em alguns casos, o plano de revegetação pode prever outros tipos de cobertura vegetal nas áreas recuperadas, principalmente em ambientes urbanos. As práticas para este tipo de reabilitação são mais simples que aquelas voltadas para a reconstituição de ambientes naturais.

O restabelecimento de vegetação nas áreas em recuperação deve seguir o plano preestabelecido (29)

Os planos de recuperação são importantes documentos para uma empresa de mineração, mas, por razões diversas, podem não ser seguidos. Deve-se observar se as práticas de restabelecimento de vegetação nas áreas em vias de recuperação seguem o plano correspondente. Se houver discrepâncias entre o executado e o planejado, devem ser documentadas as razões das mudanças. Na prática, situações como indisponibilidade de mudas ou sementes de certas espécies previstas no plano de revegetação são comuns e podem ser justificadas. A documentação e o controle de mudanças (uma prática de gestão) servem para demonstrar a responsabilidade da empresa.



Áreas de matas ciliares devem ser revegetadas com espécies nativas (26,28)

Em margens de rios, córregos e nascentes deve-se promover o restabelecimento da vegetação nativa, que protege o solo e os recursos hídricos, conserva a biodiversidade e contribui para o uso sustentável dos recursos naturais. Matas ciliares com vegetação nativa podem também funcionar como corredores ecológicos, que propiciam a movimentação de espécies de fauna. Devido às condições peculiares dessas áreas, como alta umidade do solo e baixa profundidade do lençol freático, usualmente é necessário escolher espécies adaptadas

a tais características do ambiente. Também pode-se utilizar a técnica de adensamento, que consiste no plantio de mudas ou sementeira direta em área constituída por vegetação em estágio inicial de regeneração ou em florestas degradadas.

Áreas degradadas entre 1 e 2 ha, vizinhas de matas naturais, podem ser recuperadas naturalmente por meio de sucessão natural (13, 25)

Em áreas degradadas de pequenas dimensões onde o solo tiver sido conservado ou repostado, pode ocorrer um processo de regeneração natural da vegetação quando houver, nas proximidades, fragmentos de vegetação que possam constituir bancos de sementes. Nestes casos, processos naturais de dispersão das sementes, por ação do vento (anemocoria) ou da fauna (zooecoria) podem ser suficientes para a recolonização da área, especialmente se o solo repostado também contiver seu próprio banco de sementes. Outra forma de desencadear o processo de sucessão usando esse princípio é o plantio de espécies frutíferas nativas pioneiras, que irão atrair animais que por sua vez trarão, principalmente nas fezes, sementes de plantas secundárias e climáticas.

As sementes de espécies nativas devem ser preferencialmente selecionadas perto da área da mina (13,25)

O uso de sementes de espécies nativas obtidas nas proximidades da área a ser recuperada traz algumas vantagens, como a adaptação às características climáticas locais, podendo conferir maior viabilidade e taxa de sucesso aos plantios.

Devem-se escolher mudas adequadas para as características climáticas do local (26, 28)

Quando são plantadas mudas, deve-se dar preferência àquelas produzidas localmente (se a empresa não dispuser de viveiro, adquirindo-as de um fornecedor qualificado local), devido à adaptação às características climáticas do local (Fotos 39 e 40).



Foto 39. Experimentos com sementes resgatadas na área da cava antes da sua implantação (Foto: Ana C. Neri).



Foto 40. Cerca de madeira e arame farpado usadas para isolar os experimentos de recomposição vegetal (Foto: Ana C. Neri).



A mina deve manter um viveiro com espécies nativas (25)

O fornecimento de mudas de espécies nativas em quantidade e qualidade adequadas para um programa de revegetação em áreas de mineração pode ser um problema, devido à escassez de fornecedores ou ao número reduzido de espécies arbóreas disponível em viveiros comerciais. Muitas empresas de mineração estabelecem seus próprios viveiros, o que também facilita a obtenção de sementes nas proximidades da área da mina (Fotos 41 e 42).



Foto 41. Viveiro com das plântulas resgatadas da área de uma mina de calcário (Foto: Ana C. Neri).



Foto 42. Viveiro de mudas produzidas com sementes coletadas da região de uma mina de calcário (Foto: Ana C. Neri).

O produto da compostagem, aproveitamento de resíduos vegetais, pode auxiliar na formação de mudas. No viveiro de uma mina, conforme ilustrado na Foto 43, faz-se compostagem com base no aproveitamento de resíduos vegetais provenientes do refeitório e o utiliza na produção de mudas. Quando o composto é formado, ele é misturado com vermiculita para o preenchimento do saco de mudas. O produto da compostagem supre a ausência de solo orgânico.



Foto 43. Compostagem de resíduos vegetais de um refeitório para emprego em viveiro em local sem disponibilidade de solo orgânico (Foto: Ana C.Neri).





Caso sejam usadas mudas de pequena porte, elas devem ser protegidas (8)

Em caso de plantio de mudas de pequeno porte, usualmente é necessário colocar tubos plásticos ao redor ou outro dispositivo, para proteção contra ventos e animais silvestres ou domésticos.

Caso seja empregada sementeira, deve-se adotar um procedimento adequado para cada situação (13 ,25)

Para que as técnicas de sementeira tragam bons resultados, é preciso avaliar fatores locais como topografia e características do solo, definindo as quantidades que devem ser aplicadas por hectare, assim como a mistura de sementes. A sementeira pode ser feita a lanço ou mecanicamente e as sementes podem ser enterradas a profundidades convenientes. As sementes de algumas espécies requerem técnicas de tratamento para quebra de dormência. A sementeira pode ser empregada em conjunto com o plantio de mudas.

Devem-se espalhar as sementes sob o solo (29)

No caso de sementeira, as sementes das espécies selecionadas devem ser espalhadas pela área a ser recuperada a poucos centímetros de profundidade, de maneira a obter boa taxa de germinação.

Caso haja presença de animais de criação ou domésticos, deve-se cercar a área com arame farpado, madeira ou similares (13, 25)

A presença ou circulação de animais dificulta os trabalhos de recuperação. Não se devem permitir animais de criação ou domésticos nos primeiros anos em áreas onde foi restabelecida a vegetação. Se o uso futuro for voltado à conservação ambiental, os cuidados para evitar a presença de animais de criação devem ser duradouros.

Nos taludes, devem-se plantar espécies de rápido crescimento para proteção contra erosão (25)

As espécies herbáceas de crescimento rápido são usadas para promover o recobrimento de taludes para fins de proteção contra erosão. Em taludes íngremes deve se usar espécies com sistemas radiculares profundos e aquelas dotadas de sistemas radiculares caracterizados por entrelaçamento superficial ou sub-superficial (estaloníferas), protegendo o talude contra a erosão.

Em taludes muito íngremes e áreas de difícil acesso, deve-se empregar prática adequada (25)

O método de semeadura depende diretamente da declividade do terreno. Em áreas com alta declividade, costuma-se recomendar hidrossemeadura, estolões ou aplicação de mantas vegetais. A prática de hidrossemeadura é capaz de cobrir, por via aquosa, uma área com solo exposto por sementes de espécies herbáceas e outros materiais que induzem a fixação e crescimento das sementes, e a retenção da umidade. Comumente, a mistura para a hidrossemeadura inclui corretivo de pH do solo, adubação química/ orgânica, celulose ou papelão picado para conservar a umidade, adesivo específico para fixar a celulose e sementes de gramíneas e leguminosas. Mantas vegetais são preparadas com material biodegradável (e.g. fibra de coco) e contêm sementes das espécies que se desejam plantar (Foto 44).



Foto 44. Recuperação dos taludes por semeadura “a lanço” em uma pilha de estéril. Notar, em detalhe, plantio de leguminosas que apresentam rápido crescimento e incorporam nitrogênio ao solo (Foto: Ana C. Neri).



Caso ocorram espécies invasoras na área a ser revegetada, devem ser eliminadas antes do plantio ou semeadura (25, 26)

Plantas invasoras (como algumas espécies de gramíneas) são agressivas e competem com as espécies nativas. Caracterizados por ciclo curto, alta taxa reprodutiva, rusticidade e adaptabilidade, a presença dessas espécies pode dificultar o processo sucessional ou até impedi-lo. Visando evitar o desencadeamento deste fenômeno, deve-se controlar a presença destas espécies competidoras, através de roçada ou outros métodos.

Devem-se usar plantios mistos em matas ciliares e outras áreas de preservação permanente (26)

A combinação de espécies de diferentes categorias sucessionais é atualmente considerada prática importante nos projetos de recuperação. As espécies pioneiras suportam condições severas de insolação e baixa umidade, ao passo que espécies secundárias requerem condição de sombreamento para que se desenvolvam. Plantios mistos combinam pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e mesmo algumas espécies climáticas, visando acelerar a recomposição da vegetação

Devem-se distribuir, aleatoriamente, matacões, troncos, pedaços de madeira e galhos nas áreas a serem recuperadas (25)

O material vegetal enleirado (madeira, raízes, tocos e galhos) constitui micro-habitats e funciona como abrigo para diversas espécies de fauna. Ocasionalmente, matacões também podem desempenhar esta função. A presença de fauna nativa é fator que contribui para o processo de recuperação, devido à capacidade de espécies de fauna de disseminar sementes e polinização. Desta forma, medidas que favoreçam o retorno da fauna também contribuem para o restabelecimento de vegetação nativa.

Devem-se deixar ou criar faixas de vegetação natural ligando a área em recuperação aos fragmentos de vegetação nativa remanescentes no entorno (18, 25)

Corredores de vegetação nativa desempenham funções ecológicas importantes, pois facilitam a circulação de animais de

diversos grupos faunísticos, como anfíbios e répteis, pequenos mamíferos e mesmo aves. Quando existem fragmentos de vegetação nativa no entorno da área a ser recuperada, as faixas ou corredores favorecem o papel da fauna nos processos de recuperação.

3.2.3 Gestão do processo de recuperação ambiental

A gestão do processo de RAD deve ser associada às demais atividades de gestão ambiental da empresa, envolvendo práticas comuns ao conjunto da mina e certas práticas específicas do processo de RAD. Estas estão agrupadas em seis tópicos: a padronização de procedimentos, capacitação de recursos humanos, qualificação de fornecedores, monitoramento, manutenção e controle.

Padronização de procedimentos

A padronização de procedimentos operacionais internos para recuperação de áreas degradadas e proteção ambiental e sua permanente atualização contribui para (i) garantir sua reprodutibilidade, mesmo em caso de mudança de pessoal, (ii) manter um registro das práticas usadas em determinado período (os procedimentos podem ser modificados com o fim de melhorá-los); e (iii) possibilitar a avaliação dos resultados à luz dos procedimentos utilizados, haja vista o tempo necessário, às vezes da ordem de anos, para que se atinja os objetivos de recuperação. Este tópico apresenta uma prática relacionada à padronização de procedimentos.



A empresa de mineração deve ter procedimentos operacionais atualizados para recuperação ambiental como: remoção do solo, revegetação, manutenção do sistema de drenagem, monitoramento ambiental dentre outros (29)

A aplicação satisfatória das práticas de recuperação ambiental requer a adoção de um conjunto de procedimentos operacionais, preferencialmente apresentados como regras ou normas escritas que descrevem com detalhe como serão

realizadas as tarefas e quem são os responsáveis por sua execução. Podem ser preparados procedimentos para: formação de pilhas de estéreis, drenagem de águas pluviais e retenção de sedimentos, manejo de solo superficial, implantação e manutenção de viveiro de mudas, plantio de mudas ou sementes, manutenção do sistema de drenagem, manutenção de áreas revegetadas entre outros.

Recursos humanos

O sucesso e a eficácia das medidas de recuperação de áreas degradadas e daquelas voltadas para o fechamento de minas dependem do emprego de pessoal qualificado, tanto para a execução quanto para o planejamento e controle. Embora muitas empresas de mineração empreguem empresas ou profissionais terceirizados para planejar ou executar serviços de RAD, é da maior importância que tenham pelo menos um profissional próprio capaz de internalizar as práticas e relacioná-las com os demais procedimentos operacionais produtivos. Este tópico apresenta uma prática relacionada a recursos humanos.

A equipe que implementa e gerencia as práticas ambientais deve ser composta por técnicos qualificados que tenham recebido treinamento específico em RAD (29)

As empresas podem implementar as atividades de RAD por meio de equipes próprias ou contratar serviços especializados. Em ambos os casos, a qualificação dos profissionais e da mão-de-obra envolvida é um fator essencial. A implementação de medidas de RAD raramente pode ser feita mediante a aplicação de alguma "receita" universal, requerendo cuidadoso estudo da situação e avaliação dos resultados para correções de rumo ou aumento da eficiência (obtenção de resultados satisfatórios com emprego de menos recursos e custos mais baixos). Cursos, programas de treinamento, participação em eventos técnicos são algumas formas de qualificação profissional.

Qualificação dos fornecedores

Muitos serviços a serem executados em RAD dependem de fornecedores externos, mesmo quando a empresa dispõe de equipes próprias. Itens como qualidade de mudas e sementes, entre outros, podem ter grande influência nos resultados dos programas de revegetação. A empresa deve estabelecer critérios próprios para seleção de fornecedores de produtos e serviços voltados às atividades de RAD, considerando a qualidade dos produtos e serviços adquiridos e capacitação para as tarefas requeridas. Este tópico apresenta duas práticas relacionada à qualificação de fornecedores.

Sementes, mudas e outros insumos devem ter procedência qualificada (25)

Insumos críticos para o sucesso das atividades de RAD, como mudas, sementes, solo e outros, devem ter procedência adequada, livre de invasoras, pragas ou doenças. Caso os adquira de fornecedores externos, a empresa deve verificar a qualidade desses insumos antes de iniciar a implementação de medidas de revegetação.

Os laboratórios contratados devem comprovar qualidade por meio de certificação ou normalização de procedimentos (29)

As análises químicas e físicas de solo e águas – assim como outras pertinentes – devem ser feitas em laboratório idôneo e de comprovada capacidade técnica. Um certificado de gestão da qualidade ISO 9001 ou a certificação específica para laboratório ISO 17025 são formas satisfatórias de comprovação. No entanto, mesmo laboratórios não certificados podem realizar serviços de qualidade.

Monitoramento

O monitoramento ambiental realizado durante as fases operacional e pós-fechamento fornece informações necessárias



para controle operacional, verificação de conformidade e demonstração de desempenho. O plano de monitoramento deve ser parte integrante do Prad/PF e deve ser revisto com periodicidade, à luz de modificações do plano de lavra e dos resultados do próprio monitoramento. Este tópico apresenta sete práticas relacionadas ao monitoramento de RAD.



A empresa de mineração deve executar um programa de monitoramento dos resultados da RAD, com o emprego de indicadores apropriados (29)

De acordo com os objetivos de uso pós-mineração, deve-se dispor de indicadores apropriados para avaliar os resultados obtidos. No caso do restabelecimento de vegetação nativa, indicadores de qualidade do solo (como grau de compactação, teor de matéria orgânica) e, principalmente de vegetação (como altura e diâmetro de árvores, densidade de plantas, riqueza e diversidade de espécies) podem ser apropriados. Indicadores de processos do meio físico podem ser usados para avaliar a estabilidade física da área.

Deve haver monitoramento de qualidade de águas superficiais (8, 20)

A qualidade das águas superficiais deve ser acompanhada durante as fases de operação, desativação e pós-fechamento de uma mina, por meio de parâmetros indicativos das principais alterações associadas à mineração. Parâmetros como sólidos dissolvidos, em suspensão e sedimentáveis, turbidez,

alcalinidade e óleos e graxas são comumente utilizados na avaliação da qualidade das águas superficiais em minas.

Deve haver de monitoramento da área revegetada (7, 8, 25)

Tanto nos casos de restabelecimento de vegetação nativa, quanto de outras formas de vegetação, é necessário acompanhar a evolução da vegetação durante vários anos após a implantação das medidas. Nos primeiros anos é frequente que haja um crescimento rápido da vegetação, devido ao emprego de fertilizantes e aos tratamentos silviculturais de implantação e manutenção. Entretanto, após este período inicial, a qualidade do ambiente em vias de recuperação pode ser afetada devido ao crescimento de plantas invasoras, ao pisoteio por animais, à depredação por ação humana ou por deficiências na implementação das medidas de recuperação (devido à mão-de-obra não qualificada ou falta de controle durante a execução), seja, ainda, devido a um plano de recuperação não apropriado para as condições locais. Por todos estes motivos, é de mais alta importância o acompanhamento periódico do estado da vegetação, durante um período que pode ser estender por vários anos.

Deve haver monitoramento da fauna (18)

O acompanhamento da fauna nas áreas recuperadas e em áreas do entorno fornece informações valiosas para avaliar a qualidade dos habitats criados pela mineração. Os grupos faunísticos a serem monitorados, os métodos de levantamento e as frequências de amostragem devem ser estabelecidos caso a caso.

Deve-se monitorar ou acompanhar a estabilidade física de taludes e pilhas (8)

A estabilidade física é requisito fundamental para a recuperação de áreas degradadas na mineração. A estabilidade de taludes de escavação e pilhas de estéril pode ser acompanhada por marcos topográficos, inspeções visuais ou procedimentos mais complexos.



Em caso de rebaixamento do lençol freático, deve-se monitorar o nível d'água subterrâneo durante e após a operação, assim como a vazão de nascentes (8, 20)

Este monitoramento está relacionado às práticas hídricas, em especial à proteção dos recursos hídricos subterrâneos. O bombeamento do lençol freático pode resultar na redução da vazão de cursos d'água e nascentes. Sendo assim, é necessário que durante a fase de operação e pós-fechamento seja monitorado o nível d'água visando definir e ajustar medidas necessárias para minimizar este fenômeno.

Os resultados do monitoramento devem ser interpretados, analisados e apresentados em relatórios periódicos (7, 8)

Relatórios de monitoramento devem ser elaborados periodicamente e seus resultados analisados, visando possíveis ajustes e atualizações. O modelo de gestão de cada mina deve definir o conteúdo desses relatórios, se são elaborados relatórios para cada tema monitorado (água, vegetação etc.) ou relatórios integrados, as responsabilidades de preparação e revisão e sua distribuição para os gerentes e tomadores de decisão. O plano de monitoramento deve ser ajustado às mudanças pelas quais passam as medidas de recuperação ambiental, durante toda a vida útil da mina.

Manutenção da área

Rotinas de manutenção são necessárias para assegurar que as práticas de prevenção e de recuperação ambiental funcionem de maneira eficaz e eficiente. Assim, são necessárias atividades de manutenção das áreas em processo de recuperação. Neste tópico são apresentadas cinco práticas relacionadas a atividades de manutenção.

Devem-se limpar (desobstruir) e reparar os sistemas de drenagem periodicamente ou sempre que necessário (16)

O sistema de drenagem de pilhas e taludes têm como objetivo disciplinar e reduzir a velocidade do escoamento superficial.

Na maioria dos casos, as águas de escoamento superficial vêm acompanhadas de sedimentos ou matéria orgânica que pode obstruir o sistema de drenagem. As águas podem então ser desviadas das canaletas e causar erosão ou danificar taludes e vias internas (Foto 45). Vistorias periódicas podem indicar os locais onde são necessários serviços de limpeza ou reparos.



Foto 45. Água pluvial fluindo sobre talude sem proteção, devido à obstrução de canaletas perimetrais (Foto: Ana C. Neri).

As áreas revegetadas devem periodicamente ser capinadas e limpas de plantas invasoras (25, 26)

Deve se fazer capina ou limpeza de plantas herbáceas, principalmente de gramíneas invasoras, que crescem entre as mudas ou espécimes arbóreos jovens. Em geral recomenda-se que, nos primeiros seis meses a dois anos após o plantio de mudas arbóreas, seja feito o coroamento, o que favorece o crescimento das mudas devido à eliminação da competição.

Deve-se verificar a necessidade de adubação de cobertura (25)

Nos primeiros anos após o plantio ou semeadura, é usual a aplicação de adubação de cobertura ou a incorporação de



matéria orgânica (por exemplo, na forma de vegetação morta) ao solo, visando aumentar a oferta de nutrientes às plantas em crescimento. Esta adubação pode ser orientada por análises periódicas de solo para determinar se os níveis de fertilidade estão adequados.

Deve-se realizar o controle de pragas e enfermidades (7, 25, 28)

No Brasil, grande parte do sucesso de uma área reflorestada depende do controle de pragas e enfermidades, em especial das formigas cortadeiras. As formigas cortadeiras de folhas são controladas usualmente pelo método químico, que consiste na aplicação de produto tóxico diretamente no ninho ou na forma de iscas granuladas aplicadas nas proximidades das colônias.

Em caso de má germinação das sementes ou mortandade das plantas, deve-se refazer a semeadura ou plantio (7, 25)

Quando do plantio de mudas, é frequente que certo percentual não se desenvolva, devido ao ataque de pragas, à qualidade das mudas ou às condições do solo, como excessiva compactação. A área em recuperação deve ser vistoriada periodicamente, identificando-se os locais onde mudas devem ser repostas. Nos casos de semeadura, podem ocorrer falhas na cobertura vegetal, sendo necessário refazer o lançamento de sementes.

Controle

Este grupo de práticas está relacionado ao controle de todo o processo de recuperação de áreas degradadas. Neste tópico são apresentadas seis práticas relacionadas ao controle do processo de RAD.

Devem-se inspecionar periodicamente os tanques de armazenamento de derivados de petróleo (4)

Rotinas de inspeção, como a verificação da espessura das chapas dos tanques e do estado das soldas, são importantes

medidas de prevenção de vazamentos, que, por sua vez, são causa de contaminação do solo e dos recursos hídricos.

A manutenção mecânica dos equipamentos móveis deve detectar vazamentos de óleos e combustíveis (29)

Como forma de prevenir vazamentos durante a operação dos equipamentos, com a conseqüente contaminação do solo, os procedimentos de manutenção mecânica devem sistematicamente verificar o estado de mangueiras, reservatórios, vedações e outros componentes cuja falha pode levar a vazamentos.

Os resultados do monitoramento devem ser devidamente registrados e armazenados, possibilitando fácil consulta (29)

Os relatórios e as planilhas de dados de monitoramento são documentos importantes para demonstrar se uma empresa atende à legislação e a outros requisitos relevantes. Um banco de dados que permita armazenamento e fácil recuperação é uma ferramenta que facilita sua análise e interpretação e a avaliação dos resultados das medidas de recuperação ambiental.

Devem-se preparar relatórios periódicos sobre os resultados de RAD (29)

Além de registrar e interpretar os dados obtidos nas campanhas de monitoramento, é importante dispor de critérios para avaliar os resultados das ações de recuperação, em particular o acompanhamento da evolução dos indicadores definidos na etapa de planejamento. Os relatórios de avaliação consolidam e analisam criticamente os resultados alcançados, servindo de base para a melhoria dos procedimentos e práticas, assim como para as atualizações periódicas do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e do Plano de Fechamento.

A alta direção da empresa ou da unidade deve tomar ciência dos resultados de RAD (29)

A alta direção da empresa ou da unidade deve tomar ciência dos resultados das medidas de recuperação de áreas



degradadas, uma vez que cabe a ela dar as diretrizes estratégicas para a empresa e tomar as principais decisões relativas ao uso futuro das áreas.

A empresa ou unidade deve manter um controle de custos de RAD (17)

Muitas empresas costumam manter um registro dos custos de recuperação ambiental. Este controle permite avaliar a eficiência dos programas de recuperação, comparar soluções adotadas em diferentes locais ou ao longo do tempo e, principalmente, estimar os custos futuros de recuperação e de fechamento de mina.

AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Os resultados das atividades de RAD na mineração muitas vezes somente podem ser comprovados anos após a implementação das medidas. Se um objetivo de recuperação é a recomposição de habitats para fauna silvestre, o restabelecimento da vegetação nativa é um processo que leva décadas. Se a avaliação dos resultados somente for feita nesse horizonte temporal, poderá ser tarde demais para corrigir deficiências, pois a mina já poderá ter fechado.

Por outro lado, muitas das medidas de recuperação e boas práticas descritas neste guia podem e devem ser implementadas durante a operação da mina, portanto, é perfeitamente possível avaliar resultados parciais e se a empresa está aplicando práticas que conduzam aos resultados esperados em termos de recuperação ambiental.

Assim, um guia de boas práticas não seria completo se não incluísse alguma forma de avaliar os resultados de sua progressiva implantação. É de interesse das empresas saber em que medida suas atividades de RAD são eficazes, quais são suas deficiências e os pontos que devem ser melhorados para (1) atender aos requisitos dos órgãos reguladores e às expectativas da comunidade e (2) que ao final da vida útil da mina, o encerramento das atividades possa ser conduzido ao menor custo, reduzindo, ao mesmo tempo, os riscos para a empresa.

Finalmente, deve-se relembrar que a demonstração, por parte de uma empresa de mineração, de que é capaz de reabilitar, de maneira adequada, as áreas degradadas é a melhor credencial para o licenciamento de novas minas.

Este capítulo apresenta um procedimento de avaliação da eficácia das atividades de RAD em pedreiras e minas de calcário, já testado, que pode ser usado por empresas no controle e aplicação de práticas de recuperação ambiental já durante a fase de operação. Também pode ser empregado por órgãos públicos, como parte de ações de avaliação de desempenho ambiental ou de cumprimento de exigências de licenciamento.

4.1 O procedimento de avaliação

Para avaliar as práticas de RAD, este guia emprega o princípio da comparação com as melhores práticas nacionais e internacionais atualmente aplicadas. Estas práticas foram levantadas e ordenadas conforme explanado no capítulo 3. O modelo de avaliação desenvolvido analisa qualitativamente dados obtidos em campo durante inspeções técnicas.

A Figura 3 sintetiza o procedimento empregado, por meio de um mapa conceitual. Nesta seção, são descritos os componentes do procedimento (assinalados em amarelo na Figura): coleta de evidências, enquadramento das práticas e tratamento dos dados, assim como o resultado obtido, na forma de índices e nível de conformidade (assinalado em laranja na Figura). Na seção 4.2 são apresentadas as diretrizes para aplicação do procedimento.

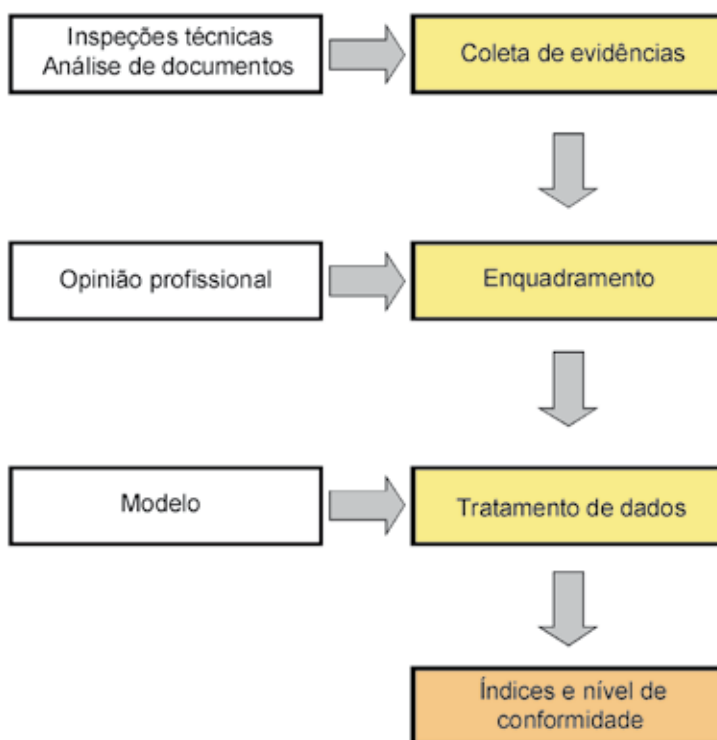


Figura 3. Componentes do procedimento de avaliação.

4.1.1 Coleta de evidências

A coleta de evidências é estruturada por meio de um conjunto de fichas de campo, que constituem um roteiro de inspeção. O conjunto de fichas é apresentado no Apêndice. Os resultados das inspeções técnicas devem ser baseados em evidências objetivas coletadas pelos avaliadores. Este guia usa as seguintes categorias (modificadas a partir de Viegas, 2002):

- Evidência visual (EV): obtida por observação direta; pode justificar uma conclusão sem nenhuma outra evidência.
- Evidência documental (ED): obtida por meio de análise de documentos como Estudo de Impacto Ambiental, Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, relatórios de monitoramento, procedimentos internos, registros de Sistema de Gestão Ambiental ou outros. A evidência documental também pode ser suficiente para registrar uma não conformidade. Contudo, os documentos podem ser mal redigidos ou não refletirem as reais práticas aplicadas; neste caso, o avaliador deve procurar a causa-raiz do problema visando a identificá-lo - pode haver erro na documentação ou pode ocorrer que as atividades reais tenham sido desviadas dos arranjos planejados.
- Evidência verbal (E): Obtida por meio de entrevistas. É menos confiável do que as demais categorias, pois o entrevistado pode se limitar a dizer aquilo que pensa que o avaliador quer ouvir ou mesmo se confundir. É muito importante tratar este tipo de informação cuidadosamente e procurar confirmar uma evidência verbal buscando evidência visual ou documental que a confirme.

Ressalta-se que se devem sempre cruzar as fontes para confirmar as evidências. Assim, informações obtidas em documentos devem ser confirmadas por meio de entrevistas ou observação visual e informações obtidas por entrevistas devem ser confirmadas por consulta a documentos ou inspeção visual.

4.1.2 Enquadramento das práticas

Cada uma das práticas listada em cada ficha deve ser enquadrada, pelo avaliador ou equipe de avaliação, durante a inspeção técnica, em uma das seguintes categorias:

- Totalmente aplicada (TA): quando a prática descrita é integralmente empregada na mina.
- Adaptada satisfatoriamente (AS): quando a equipe da empresa encontrou uma solução equivalente àquela preconizada pela prática descrita.
- Parcialmente aplicada (PA): quando a prática não é adotada em sua integralidade.
- Não aplicada (NA): quando a empresa não aplica a prática descrita.
- Não se aplica (NS): quando a prática descrita não tem aplicação à situação concreta observada no campo.

O emprego de opinião profissional é imprescindível para o enquadramento das práticas. Nenhum guia ou manual de boas práticas pode ser diretamente aplicado a uma mina sem interpretação profissional. De fato, cada mina é singular, devido a características geológicas, geomorfológicas ecológicas ou às formas de uso do solo no entorno. Em casos especiais, as próprias práticas genéricas podem não somente não ser aplicáveis, como também não recomendadas, devido a condições particulares do local.

4.1.3 Tratamento de dados

As inspeções técnicas fornecem um conjunto de dados qualitativos. Seu tratamento é fundamentado em hierarquização das boas práticas propostas (*benchmark*) e cálculo de índices de conformidade, de acordo com a importância das práticas.

As boas práticas são hierarquizadas, conforme sua importância dentro do contexto do programa a ser avaliado. A hierarquia adotada mostra a diferenciação semântica entre as categorias (Pereira, 2001). As categorias das práticas são identificadas por diferentes cores nas fichas de campo, visando facilitar o trabalho do avaliador. As práticas recomendadas são classificadas, em cada ficha, em três categorias:

- **Práticas essenciais:** são aquelas imprescindíveis para o sucesso de um programa de recuperação de áreas degradadas na mineração; apenas mediante justificativa bem fundamentada, uma prática genericamente classificada como essencial pode não ser desenvolvida em uma mina.
- **Práticas importantes:** são aquelas que contribuem significativamente para o sucesso de um programa de recuperação de áreas degradadas na mineração.
- **Práticas acessórias:** são aquelas cuja implementação pode representar melhoria observável nos resultados de um programa de recuperação de áreas degradadas na mineração.

As práticas essenciais devem incluir as condições decorrentes de licenças ambientais ou de outro requisito legal, uma vez que tais condições advêm de um exame detalhado da condição da mina e dos objetivos de recuperação. Ao coletar evidências documentais, o analista deve incluir tais condições no espaço apropriado de cada ficha, caso elas representem condições adicionais não contempladas nos enunciados.

As práticas importantes incluem recomendações emanadas de normas técnicas e outros documentos de aplicação voluntária.

As práticas acessórias incluem práticas que somente podem ser adotadas caso ocorra determinada condição (por exemplo, se a mina atingir o lençol freático); tais práticas foram classificadas como acessórias, pois não se aplicam à totalidade

das minas, mas podem ser de grande importância para o sucesso das atividades de RAD.

A Tabela 2 mostra a distribuição das boas práticas conforme sua hierarquia. O fato é que a maioria das boas práticas é classificada como práticas acessórias, mostrando que as medidas de recuperação ambiental são frequentemente particulares para cada mina, o que reforça a importância de um bom planejamento.

Hierarquia	Número de boas práticas
Práticas essenciais	24 (16%)
Práticas importantes	61 (41%)
Práticas acessórias	65 (43%)

Tabela 2. Distribuição das boas práticas conforme sua hierarquização

Um índice de conformidade é calculado para cada grupo de práticas: I1: práticas essenciais, I2: práticas importantes e I3: práticas acessórias. Os índices são expressos em porcentagem de práticas realmente aplicadas na mina, mas foram adotados pesos para refletir as diferenças do nível de aplicação de cada boa prática. Assim, as práticas totalmente aplicadas ou satisfatoriamente adaptadas têm maior peso que as práticas aplicadas parcialmente. Estes pesos refletem o diferencial semântico dos termos empregados para descrever o enquadramento de evidências. Práticas resultantes de requisitos legais são consideradas essenciais e entram na composição do índice I1 de práticas essenciais. Práticas não aplicadas não contribuem para os índices, então, recebem peso zero. Por outro lado, práticas não aplicáveis são excluídas do total de práticas para o cálculo dos índices, de modo a obter o percentual de aplicação em relação ao total de práticas passíveis de aplicação.

Para calcular os índices de cada grupo de práticas, foram alocados os seguintes pesos:

- Peso = 1, para práticas totalmente aplicadas (TA) ou adaptadas satisfatoriamente (AS);
- Peso = 0,5, para práticas parcialmente aplicadas (PA);
- Peso = 0, para práticas não aplicadas.

Desta forma, os índices são calculados de acordo com as seguintes expressões:

$$I_1 = \frac{P_{TA} + P_{AS} + P_L + 0.5 (P_{PA})}{\sum (P_{ESS} + P_L - P_{NS})} \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{P_{TA} + P_{AS} + 0.5 (P_{PA})}{\sum (P_{IMP} - P_{NS})} \quad (2)$$

$$I_3 = \frac{P_{TA} + P_{AS} + 0.5 (P_{PA})}{\sum (P_{AC} - P_{NS})} \quad (3)$$

Onde:

I_1 = índice de práticas essenciais

I_2 = índice de práticas importantes

I_3 = índice de práticas acessórias

P_{TA} = número total de práticas aplicadas

P_{AS} = número de práticas adaptadas satisfatoriamente

P_L = número de práticas legais

P_{PA} = número de práticas parcialmente aplicadas

P_{NS} = número de práticas que não se aplicam

P_{ESS} = número total de práticas essenciais

P_{IMP} = número total de práticas importantes

P_{AC} = número total de práticas acessórias

O passo seguinte é o cálculo do índice de conformidade (IC) de cada programa de RAD. Para tanto, estabeleceu-se como meta o valor 10 e distribuíram-se pesos diferentes para cada índice, de acordo com a sua importância:

- para práticas essenciais - I1, peso = 5
- para práticas importantes - I2, peso = 3
- para práticas acessórias - I3, peso = 2

Desta forma, estabelece-se também um diferencial semântico e o intervalo dos índices adotados de acordo com a sua importância.

Com base nestas premissas, foi feito o cálculo (4) abaixo, para definição do Índice de Conformidade (IC) de cada programa de RAD.

$$IC = [5 (I_1) + 3 (I_2) + 2 (I_3)] / 10 \quad (4)$$

Após a obtenção do índice de conformidade de cada programa de RAD, é estabelecido o nível de conformidade (NC), conforme critérios estabelecidos na Tabela 3. O significado de cada nível de conformidade é explicado no Quadro 1.

Nível de conformidade		Índice de Conformidade (IC)
	Elevado	$0,75 \leq IC < 1$
	Médio	$0,40 \leq IC < 0,75$
	Baixo	$IC < 0,40$
	Não se aplica	-

Tabela 3. Critérios de avaliação de conformidade dos programas analisados

Quadro 1. Níveis de conformidade das práticas analisadas

Nível de conformidade		Descrição
	Elevado	Conjunto de práticas adequadas à prevenção de riscos e de impactos adversos e à correção dos principais processos de degradação, apresentando alta adesão às boas práticas e atendimento aos principais requisitos legais.
	Médio	Conjunto de práticas parcialmente adequadas, mas que devem ser aprimoradas para que se atinja um nível satisfatório de conformidade com as boas práticas de recuperação de áreas degradadas.
	Baixo	Poucos ou nenhum tipo de práticas aplicados em nível satisfatório, denotando baixa adesão às boas práticas de recuperação de áreas degradadas na mineração.
	Não se aplica	Tipo de prática não se aplica àquela situação particular da mina.

4.2 Diretrizes para aplicação

Para aplicação do procedimento de avaliação ambiental a uma mina em atividade, o modelo genérico de uma auditoria de sistemas de gestão (ISO, 2004) pode ser utilizado como base para organizar os trabalhos. Muitas empresas já têm experiência com auditorias de qualidade, de saúde e segurança ou ambiental, o que facilita o trabalho dos avaliadores. As atividades que devem ser desenvolvidas para a aplicação deste procedimento e os detalhes estão descritas abaixo e ilustradas na Figura 4.

Solicitação de documentos. Para que esta etapa tenha sucesso, essencial que a empresa esteja comprometida com o trabalho, disponibilizando todos os estudos ambientais e similares para conhecimento do avaliador. Entre os documentos de maior relevância, destacam-se: Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Prad (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas) Plano de Fechamento (PF), plantas topográficas, fotos aéreas, licenças ambientais e outros documentos que o avaliador julgue necessário). A solicitação de documentos é feita antes das inspeções técnicas, mas pode permear todas as etapas da avaliação, pois novos documentos podem ser relevantes para a análise.

Análise de documentos e preenchimento das fichas. Duas atividades são realizadas: a leitura e análise dos documentos e o levantamento das condições particulares de licenças ambientais ou requisitos legais.

Análise dos documentos e coleta de evidências documentais. A análise dos documentos deve se iniciar com uma leitura atenta e cuidadosa de todos os documentos, visando conhecer a mina, as medidas de recuperação ambiental recomendadas ou adotadas. É útil localizar a mina em plantas topográficas e fotos aéreas ou imagens de satélites, o que auxilia no entendimento da dinâmica dos processos físicos e o reconhecimento dos principais bens a serem protegidos no empreendimento e seu entorno. Durante a análise dos documentos, são coletadas evidências documentais, preenchendo-se as fichas correspondentes. Estas evidências devem ser posteriormente confirmadas durante a inspeção técnica.

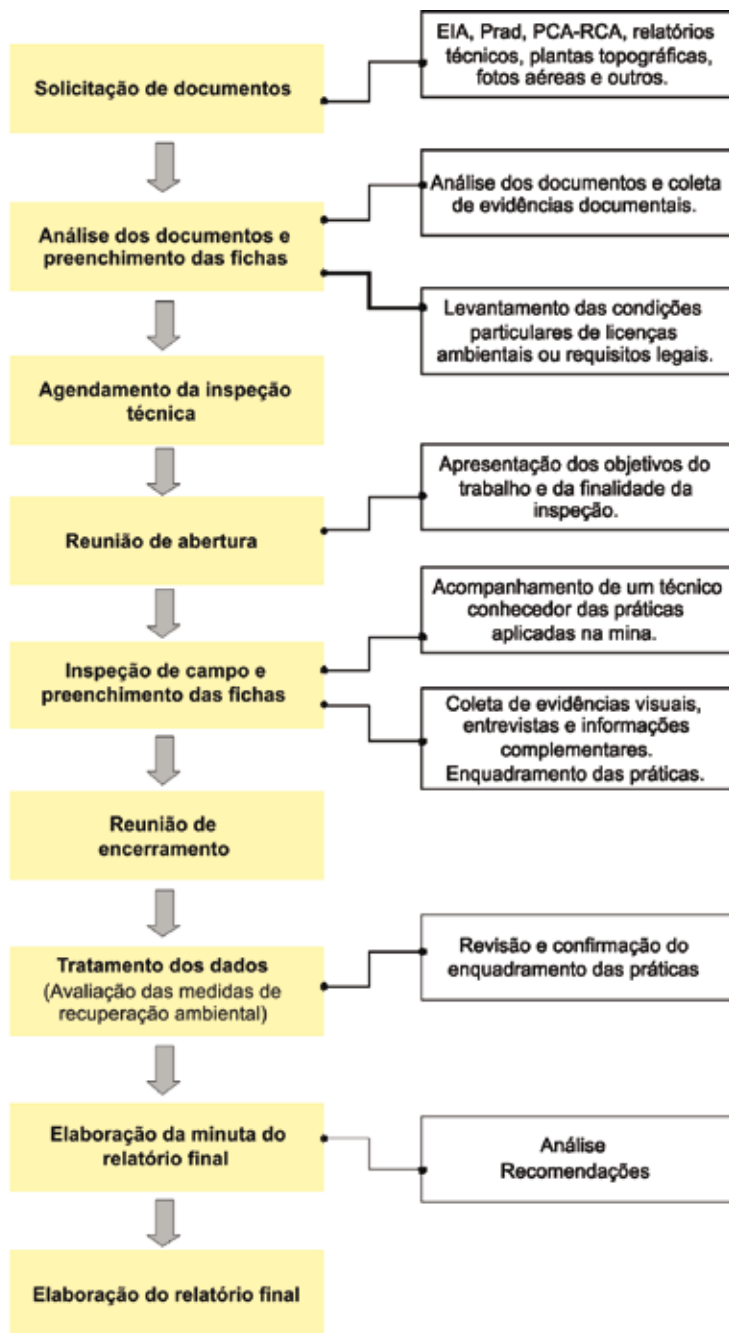
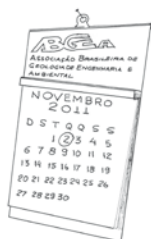


Figura 4. Passos para a aplicação do procedimento de avaliação da recuperação ambiental

Levantamento das condições particulares de licenças ambientais ou requisitos legais. Licenças ambientais e outras autorizações governamentais podem ter requisitos de recuperação ambiental não contemplados nas fichas. O avaliador deve ler atentamente essas licenças e, usando seu julgamento profissional, verificar se as mesmas já estão contempladas no roteiro de avaliação. Caso algumas exigências não estejam descritas como práticas nas fichas, deve-se: (1) anotá-las no espaço livre da ficha correspondente, na forma de um enunciado de boa prática; (2) atribuir hierarquia essencial a essas práticas. O avaliador também deve se informar sobre a existência de eventuais exigências legais locais (como regras de zoneamento ou de uso do solo), anotando-as no lugar apropriado nas fichas. Finalmente, o avaliador deve verificar (1) se a empresa tem alguma diretriz interna corporativa que se aplique, (2) se a empresa subscreve alguma diretriz internacional que possa significar compromissos a serem assumidos em cada mina – por exemplo, algumas empresas do setor cimenteiro aderiram à *Cement Sustainability Initiative*, cujas diretrizes incluem práticas de recuperação de áreas degradadas e fechamento de minas. Todas as práticas emanadas desses documentos devem ser classificadas como essenciais. Deve se reforçar que é sempre necessário utilizar opinião profissional antes de transcrever novas condições ou práticas a cada ficha, uma vez que isto terá influência nos índices de conformidade.

Ao se identificar um compromisso da empresa registrado em algum documento como o EIA ou o Prad, é útil anotar a referência completa da fonte (incluindo a página) para posterior verificação cruzada com outras fontes e programação das atividades de campo.

Agendamento da inspeção técnica. Deve-se agendar a inspeção técnica com antecedência, de forma que a empresa se organize para receber o avaliador. No agendamento, deve-se solicitar que, durante a inspeção técnica, o avaliador seja acompanhado por funcionário conhecedor do histórico e das práticas aplica-



das pela empresa. Pode ser adequado reagendar a inspeção técnica, caso o funcionário citado não esteja presente. Na maioria das minas, a inspeção técnica pode ser realizada em um dia, desde que os documentos relevantes tenham sido fornecidos antecipadamente. Em alguns casos, podem ser necessários dois ou mais dias.

Em algumas minas, as atividades de RAD são completamente terceirizadas e a equipe própria da mina tem pouco conhecimento do assunto. Nestes casos, é importante a presença de representantes das empresas contratadas.

Reunião de abertura. Nesta etapa, é desejável que participem todos os membros da empresa que podem contribuir de alguma forma com a avaliação das medidas de recuperação ambiental. Recomenda-se que estejam presentes os tomadores de decisões (e.g. gerente do departamento responsável pelas atividades de RAD) e seus executores.

Apresentação dos objetivos do trabalho e da finalidade da inspeção. O avaliador deve apresentar a avaliação de forma clara e concisa, incluindo na sua apresentação: justificativa, objetivos, forma e finalidade da inspeção técnica, tratamento de dados e forma de apresentação dos resultados da avaliação. É importante que o avaliador mostre a importância da participação de todos para que o processo de avaliação atinja o sucesso desejado. Recomenda-se a utilização de recursos audiovisuais de boa qualidade.

Inspeção de campo e preenchimento das fichas. Esta é uma etapa crucial do trabalho de avaliação e deve ser executada de forma cuidadosa. Talvez seja necessário inspecionar mais de uma vez o mesmo local ou instalação.



Acompanhamento de um técnico conhecedor das práticas aplicadas na mina. A presença de um funcionário conhecedor do histórico da

mina é essencial para uma avaliação fidedigna. O avaliador deve deixar claro que o objeto de avaliação não é o funcionário, mas as práticas da empresa e que o resultado da avaliação pode indicar oportunidades de melhoria da empresa em relação às atividades de RAD.

Coleta de evidências visuais, entrevistas e informações complementares. As evidências visuais e aquelas obtidas em entrevistas são de grande importância em uma inspeção técnica. Elas podem confirmar ou negar uma evidência documental. Não é incomum a situação em que práticas registradas em documentos não são executadas. Por outro lado, também não é raro se encontrarem situações em que práticas eficazes adotadas em uma mina não são relacionadas em documentos como o Prad. Nesta etapa, devem-se observar atentamente as práticas aplicadas, ouvir atentamente o técnico que está acompanhando a inspeção e formular perguntas para dirimir dúvidas. Neste momento, deve-se usar a experiência profissional do avaliador para julgar e enquadrar as práticas observadas. Podem-se entrevistar funcionários operacionais para confirmar afirmações feitas por outros. As entrevistas conduzidas como meras conversas informais no próprio posto de trabalho do entrevistado apresentam melhores resultados que conversas formais em salas de reunião ou de chefia. Caso ainda restem dúvidas, deve-se retornar ao local tanto quanto for necessário de forma que não restem questões pendentes a respeito do enquadramento das práticas.

As entrevistas conduzidas como meras conversas informais no próprio posto de trabalho do entrevistado apresentam melhores resultados que conversas formais em salas de reunião ou de chefia.

Reunião de encerramento. Concluída a inspeção, deve-se realizar reunião com os mesmos participantes da reunião de abertura. É uma oportunidade de discutir com a gerência os principais pontos observados durante a inspeção, conhecer planos de melhoria eventualmente existentes e apresentar os próximos passos da avaliação e prazos para entrega dos

relatórios de avaliação. É oportuno anunciar que, durante as etapas seguintes, a empresa ainda deve estar disponível para esclarecer possíveis dúvidas do avaliador.



Tratamento dos dados. No escritório, o avaliador revisa as fichas preenchidas e confirma os enquadramentos das práticas. É importante que o avaliador cruze as informações principalmente de práticas correlatas – por exemplo - Controle de processos de dinâmica superficial com Proteção dos recursos dos recursos hídricos, verificando a coerência entre as práticas e o enquadramento. Com base no enquadramento das práticas, calculam-se os índices de cada grupo de práticas (essenciais, importantes e acessórias) e o nível de conformidade de cada programa de RAD.

Elaboração da minuta do relatório final. O relatório de avaliação é preparado em forma de minuta e submetido à gerência da mina, para conhecimento e possível correção. Recomenda-se que o relatório contenha somente os resultados da avaliação, mas relacione todos os documentos consultados, descreva fielmente as atividades realizadas, identifique as boas e as más práticas encontradas e suas conseqüências. O relatório deve ser analítico e não somente descritivo e os índices encontrados devem ser interpretados e analisados. Deve ser possível entender porque, muitas vezes, apesar de as práticas estarem sendo aplicadas, não se atinge o resultado esperado, ou porque, apesar de a mina ter um planejamento adequado, as práticas operacionais não apresentam

resultados satisfatórios. Com esta análise, é possível definir os pontos fortes e as deficiências do processo de RAD e apontar recomendações de melhoria. As recomendações devem ser objetivas, de forma que forneçam subsídios para a empresa rever o planejamento das atividades de RAD.

Elaboração do relatório final. Um dos objetivos da avaliação é melhorar as práticas e os resultados alcançados. Por isso, o relatório de avaliação não deve ser visto como um retrato da situação da mina, mas como um instrumento de melhoria das práticas e do desempenho. A possibilidade de que a gerência da mina avaliada e o pessoal técnico envolvido contribuam para o relatório final sinaliza que o processo de avaliação não é externo à empresa, mas uma ferramenta de gestão. A identificação de oportunidades de melhoria é um componente do relatório participação dos tomadores de decisão é das mais importantes.



A empresa deve estar totalmente comprometida com a avaliação da eficácia de medidas de recuperação ambiental, cedendo um profissional conhecedor das práticas empregadas na mina, para acompanhamento da inspeção técnica; além de disponibilizar documentos ambientais relativos ao assunto.

O avaliador ou a equipe de avaliação responsável pela aplicação do roteiro pré-estabelecido deve ter experiência profissional no assunto, fator primordial para o julgamento das evidências coletadas.

ESTUDO DE UMA MINA HIPOTÉTICA

Neste capítulo é apresentada uma simulação da aplicação do procedimento de avaliação para um caso hipotético. São apresentadas algumas fichas preenchidas, a título de exemplo, cálculo de índices de conformidade e simulação da sua evolução ao longo do tempo.

5.1. Exemplos de fichas preenchidas

Para ilustrar a aplicação das fichas, foram escolhidos três programas. As fichas correspondem às práticas de planejamento, edáficas e ecológicas. A coleta de evidências e o enquadramento das práticas, assim como as observações, foram simuladas com base na aplicação do procedimento em casos reais (Neri e Sánchez, 2010). No entanto, os resultados obtidos para a “Mina Pedra Furada” são totalmente hipotéticos.

PLANEJAMENTO DA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Mina: Pedra Furada

Data: 04/10/2010

Enquadramento: **TA** (prática totalmente aplicada de acordo com as recomendações), **AS** (prática adaptada satisfatoriamente), **PA** (prática parcialmente aplicada de acordo com as recomendações), **NA** (prática não aplicada), **NS** (prática não se aplica).

Tipo de evidência: **EV** (evidência visual), **ED** (evidência documental), **E** (evidência verbal).

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
Plano de recuperação e de fechamento			
1. A empresa deve elaborar um plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD)	TA	ED	Prad elaborado em 1992
2. O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas deve seguir as diretrizes da NBR 13030	PA	ED	Prad trata com pouca profundidade a caracterização do empreendimento, meio socioeconômico.
3. A mina deve ter um plano de fechamento (PF)	NA	ED	
4. O plano de fechamento (PF) da mina deve contemplar alternativas do uso futuro da área	NA	ED	
5. O PRAD/PF deve indicar a alternativa preferida para uso futuro da área	TA	ED	
6. O PF deve ser elaborado mediante consulta à comunidade local e demais partes interessadas	NA	ED	

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
7. Deve-se planejar a implementação das medidas de recuperação ambiental concomitantemente com as atividades extrativas	TA	ED	
8. O PRAD/PF deve conter um programa de monitoramento	PA	ED	Vide abaixo
9. O PRAD/PF deve selecionar um conjunto apropriado de indicadores para avaliar seus resultados	PA	ED	Indicadores apresentados apenas para qualidades de águas superficiais
10. O PRAD/PF deve ser objeto de revisão e atualização periódicas	NA	ED	
11. Deve-se fazer provisão de recursos financeiros para a recuperação e o fechamento	NA	ED	

Estudos para implementação da cava e seleção de áreas para disposição de estéril

12. Deve ser feito um estudo comparativo de alternativas de localização das pilhas de estéril	NA	ED	
13. Antes da abertura da mina ou antes da execução de projetos de expansão deve ser feito estudo hidrogeológico da área	NA	ED	
14. Caso a mina alcance o aquífero, deve se fazer um estudo quanto ao rebaixamento do nível d'água	TA	ED	
15. Deve ser feito levantamento do potencial espeleológico da área	NA	ED	
16. Deve ser feito levantamento do potencial arqueológico da área	NA	ED	

Estudos para manejo da vegetação e fauna

17. Deve-se fazer um levantamento florístico prévio das áreas a serem afetadas pelas atividades.	TA	ED	
18. Deve se fazer um levantamento florístico prévio em áreas adjacentes que contenham fragmentos de vegetação nativa.	NA	ED,	
19. Deve ser realizado levantamento de fauna silvestre antes da supressão de vegetação nativa	NA	ED	
20. Os levantamentos da fauna deverão também ser realizados em áreas vizinhas à mina	TA	ED	
21. A mina deve ter um projeto de restabelecimento de vegetação em áreas degradadas.	NA	ED	

Planejamento da retirada de solo superficial

22. Deve ser feita programação para retirada do solo superficial	NA	ED	
--	----	----	--

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
23. O solo superficial deve ser preferencialmente manejado em períodos de estiagem	NA	ED	
24. Deve-se estimar a da espessura de solo superficial a ser reaproveitado	NA	ED	
Planejamento da implementação das vias de acesso e das bancadas			
25. O projeto de drenagem deve ser dimensionado de acordo com o volume de água resultante das precipitações máximas prováveis com base nos dados pluviométricos da região	NA	ED	
26. Os ângulos das bancadas deve ser calculado de acordo com as características geológico-geotécnicas da rocha visando à configuração final da cava	TA	ED	
Planejamento da implementação das pilhas de estéril			
27. Deve ser feito um estudo geológico-geotécnico prévio dos locais onde se pretende implantar a pilha de estéril	TA	ED	
28. Deve ser feito um estudo geológico-geotécnico dos materiais a serem depositados nas pilhas	NA	ED	
29. Deve ser feita uma caracterização dos materiais depositados em pilhas quanto às suas condições como substrato de vegetação	NA	ED	
30. Deve ser feito um estudo hidrometeorológico para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem interna e superficial da pilha de estéril	NA	ED	
Planejamento de medidas de minimização de impactos visuais			
31. Devem ser previstas medidas de minimização do impacto visual, considerando as características locais, a localização dos pontos de vista e a qualidades dos recursos visuais	PA	ED	Proposta de plantio somente de eucaliptos
32. A empresa deve discutir com a população local a melhor forma de minimizar o impacto visual.	NA	ED	
33. A conformação final das pilhas de estéril deve buscar integração com as formas de relevo do entorno	NA	ED	
Planejamento do envolvimento das partes interessadas			
34. A empresa deve identificar e consultar as partes interessadas para a elaboração do Prad/Plano de Fechamento	NA	ED	

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
35. Deve-se elaborar um plano do envolvimento das partes interessadas	NA	ED	
36. Devem-se manter registros das iniciativas de consulta às partes interessadas, tais como listas de presença, atas e fotos	NA	ED	
Condições particulares da licença ambiental ou de outro requisito legal			
Não há condições particulares de licença ambiental ou de outro requisito legal.			
Outras atividades de planejamento eventualmente adotadas pela empresa			
Não há outras práticas de controle adotadas pela empresa			

Outras observações de interesse

8. O Prad identifica a importância do plano de monitoramento, principalmente o monitoramento relacionado a tratamentos silviculturais (adubação, plantio, coroamento, poda, controle de formigas e doenças) e monitoramento das águas superficiais. No entanto, o documento não apresenta o planejamento e tampouco define os indicadores e frequência da coleta.

Azul: práticas essenciais;

Vermelho: práticas importantes;

Preto: práticas acessórias

PRÁTICAS OPERACIONAIS

PRÁTICAS EDÁFICAS: MANEJO E PROTEÇÃO DO SOLO

Mina: Pedra Furada

Data: 04/10/2010

Enquadramento: TA (prática totalmente aplicada de acordo com as recomendações), AS (prática adaptada satisfatoriamente), PA (prática parcialmente aplicada de acordo com as recomendações), NA (prática não aplicada), NS (prática não se aplica).

Tipo de evidência: EV (evidência visual), ED (evidência documental), E (evidência verbal).

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
Remoção e separação do solo superficial			
1. Deve ser feita uma discriminação in situ entre solo superficial e outros materiais (solo de alteração de rocha, cascalhos e outros)	TA	ED, E	São considerados os horizontes O e A como solo superficial
2. O solo superficial deve ser removido separadamente do material subjacente (estéril ou minério)	TA	E, EV	
3. A retirada do solo superficial deve ser executada logo após a retirada da vegetação	TA	E	
4. Deve-se evitar a degradação do solo por lavagens e serviços de manutenção de campo em maquinários (como trocas de óleo) e por trânsito sobre a área	TA	E	
5. Os maquinários de retirada do solo superficial devem ser vistoriados periodicamente quanto a possíveis vazamentos de óleo, lubrificantes e outros	TA	E	
Armazenamento temporário do solo superficial			
6. O solo superficial deve preferencialmente ser usado imediatamente após a sua retirada	PA	E	Apenas quando é possível
7. O solo superficial deve ser armazenado em áreas bem drenadas em que não haja tráfego (pedestres, veículos ou animais)	TA	EV	
8. O solo superficial deve ser armazenado em leiras ou pilhas de até 2 m de altura	TA	EV	
10. Não se deve compactar o solo superficial nem cobri-lo com plásticos ou lonas	TA	EV	
11. Se for necessário estocagem por longos períodos e não houver brota espontânea de vegetação, as pilhas de armazenamento de solo superficial devem ser revegetadas com gramíneas ou leguminosas	NS	E	O solo superficial não é armazenado por período superior a 1 ano
12. O prazo de estocagem do solo superficial não deve exceder 2 anos	TA	E	

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
13. O solo superficial deve ser revolvido periodicamente	PA	E	
Recolocação da camada superficial do solo			
14. O solo superficial deve ser disposto sobre as superfícies a serem recuperadas	TA	EV	
15. Caso não haja solo superficial suficiente para os tratos da superfície final, deve-se utilizar estéril ou material similar excedente	NS	EV	
16. Deve-se definir a espessura necessária da camada de solo superficial para cada área, de acordo com o volume disponível nesta área	NA	E	
17. A camada de solo superficial deve ser disposta de forma regular, obedecendo à conformação topográfica do terreno	TA	EV	
Tratos da superfície final			
18. Deve-se minimizar a movimentação de equipamentos sobre as áreas que já tenham recebido a camada fértil do solo	TA	E	
19. Deve-se avaliar e definir níveis de correção da fertilidade desejada	TA	E	
20. A aplicação do corretivo de pH deverá ser feita com antecedência ao plantio	TA	E	
21. Quando possível, deve-se aplicar a adubação orgânica	TA	E	
22. Deve-se identificar a profundidade da camada adensada que precisa ser descompactada	TA	E	
23. O solo superficial deve ser descompactado por práticas culturais ou mecânicas	TA	E	
Controle de contaminação do solo			
24. Áreas suspeitas de contaminação do solo devem ser caracterizadas por meio de investigação confirmatória	TA	ED,E	Padrão gerencial
25. Caso ocorra vazamento de derivados de petróleo, o solo contaminado deve ser removido e encaminhado para destino adequado ou deve ser remediado in situ	NA	ED,E	
26. Material sólido coletado em caixas separadoras de óleos e graxas e de efluentes de lavagem deve ser armazenado em local apropriado e enviado para destino adequado	TA	ED,E	
27. Tanques de armazenamento de combustível devem ser instalados sobre o solo	TA	ED,E	Tanques aéreos
28. O local onde se encontra tanques aéreos de armazenamento de combustíveis deve ser dotado de bacia de contenção	NA	ED,E	

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
29. Os derivados de petróleo devem ser armazenados em local com piso impermeável e capacidade de retenção da totalidade do volume armazenado	TA	ED,E	
30. Oficinas mecânicas, áreas de lavagem de equipamentos, de armazenamento e abastecimento de combustível devem ser localizadas distantes de cursos d'água	NA	ED,E	
31. Pisos de oficinas mecânicas, áreas de abastecimento e de lavagem de equipamentos devem ser impermeabilizados e dotados de sistema de coleta de líquidos, conectado a sistemas de tratamento e separação	TA	ED,E	
Controle dos processos de dinâmica superficial nas vias de circulação e áreas de apoio			
32. As vias de acesso ou circulação interna devem dispor de um sistema de drenagem	TA	EV	
33. As canaletas escavadas em solos erodíveis devem ser revestidas	NA	EV	
34. A água proveniente das vias de acesso ou circulação interna deve ser aduzida para bacias de decantação antes de ser liberada ao meio externo	PA	EV	Parte da água proveniente das vias de acesso é aduzida para bacias de decantação
35. A água proveniente de pátios de estocagem a céu aberto deve ser aduzida para bacias de decantação antes de ser liberada ao meio externo	PA	EV	Parte da água proveniente dos pátios de estocagem é aduzida para bacias de decantação
36. As águas pluviais devem ser lançadas em linhas de drenagem natural, em bacias de infiltração ou destinadas a reuso	NA	EV	
Condições particulares da licença ambiental ou de outro requisito legal			
Não há condições particulares de licença ambiental			
Outras práticas de controle eventualmente adotadas pela empresa			
Não há outras práticas de controle adotadas pela empresa.			

Outras observações de interesse

Não há observações de interesse.

Azul: práticas essenciais

Vermelho: práticas importantes

Preto: práticas acessórias

PRÁTICAS OPERACIONAIS

PRÁTICAS ECOLÓGICAS: MANEJO DE VEGETAÇÃO E FAUNA

Mina: Pedra Furada

Data: 04/10/2010

Enquadramento: TA (prática totalmente aplicada de acordo com as recomendações), AS (prática adaptada satisfatoriamente), PA (prática parcialmente aplicada de acordo com as recomendações), NA (prática não aplicada), NS (prática não se aplica).

Tipo de evidência: EV (evidência visual), ED (evidência documental), E (evidência verbal).

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidências	Observações*
Remoção de vegetação			
1. A retirada da vegetação deve ser realizada de forma concatenada com o plano de desenvolvimento da lavra	TA	E,ED	
2. A área de supressão de vegetação nativa deve ser fisicamente delimitada, com ajuda de fitas zebradas ou dispositivo equivalente	AS	E	Vide abaixo
3. Quando se tratar de pastagem natural ou de forrageiras cultivadas, sua remoção será feita juntamente com a camada fértil do solo	NS	EV	
4. A vegetação arbustiva ou arbórea retirada não deve ser queimada ao ar livre	TA	E, EV	
5. Epífitas devem ser retiradas manualmente de forma seletiva (salvamento) e reinseridas em áreas em recuperação	NA	EV, E	Não há epífitas
6. Espécies vegetais de valor paisagístico significante devem ser identificadas e transplantadas	TA	E	
Minimização do impacto visual			
7. Os fragmentos remanescentes de vegetação natural devem ser aproveitados como barreiras visuais	NA	EV	
8. Deve-se usar o replantio como complemento para barreiras visuais	NA	EV	
9. Para as barreiras vegetais, devem-se escolher plantas que tenham um crescimento rápido e bom fechamento	TA	EV	eucaliptos
Restabelecimento de cobertura vegetal e habitats de vida selvagem			
10. O restabelecimento de vegetação nas áreas em recuperação deve seguir o plano preestabelecido	TA	EV	
11. Áreas de matas ciliares devem ser revegetadas com espécies nativas	TA	EV	
12. Áreas degradadas entre 1 e 2 ha, vizinhas de matas naturais, podem ser recuperadas naturalmente por meio de sucessão natural	NS	EV	Não ocorre regeneração nas condições na região.

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidências	Observações*
13. As sementes de espécies nativas devem ser preferencialmente selecionadas perto da área da mina	PA	E	Parte das sementes é adquirida em viveiros externos.
14. <i>Devem-se escolher mudas e sementes adequadas para as características climáticas do local</i>	TA	E	
15. A mina deve manter um viveiro com espécies nativas	TA	E, EV	
16. Caso sejam usadas mudas pequenas, elas devem ser protegidas	TA	E	
17. <i>Caso seja empregada sementeira, deve-se adotar um procedimento adequado para cada situação</i>	TA	E	
18. Devem-se espalhar as sementes sob o solo	NA	E	
19. <i>Caso haja presença de animais de criação ou domésticos, deve-se cercar a área com arame farpado, madeira ou similares</i>	TA	E	Há invasão de gado.
20. Nos taludes, devem-se plantar espécies de rápido crescimento para proteção contra erosão	TA	EV,E	
21. Em taludes muito íngremes e áreas inacessíveis, deve-se empregar prática adequada	TA	EV, E	Manta vegetal
22. Caso ocorram espécies invasoras na área a ser revegetada, devem ser eliminadas antes do plantio ou sementeira.	TA	EV,E	
23. Devem-se usar plantios mistos em matas ciliares e outras áreas de preservação permanente)	TA	EV,E	
24. <i>Devem-se distribuir, aleatoriamente, matacões, troncos, pedaços de madeira e galhos nas áreas a serem recuperadas</i>	NA	EV,E	
25. <i>Devem-se deixar ou criar faixas de vegetação natural ligando a área em recuperação aos fragmentos de vegetação nativa remanescentes no entorno</i>	NA	EV	

Condições particulares da licença ambiental ou de outro requisito legal

Não há condições particulares de licença ambiental			
--	--	--	--

Outras atividades de manejo eventualmente adotadas pela empresa

26. A empresa faz compostagem com base no aproveitamento de resíduos vegetais (restos do refeitório) e o utiliza na produção de mudas,	TA	EV	
--	----	----	--

***Outras observações de interesse**

2 A demarcação se faz por locação topográfica por estacas e picadas. Dependendo da criticidade (e.g. APP) adicionalmente se coloca uma fita zebra para reforçar o limite visual

Azul: práticas essenciais

Vermelho: práticas importantes

Preto: práticas acessórias

5.2 Cálculo dos índices de conformidade

Nesta seção é apresentado o cálculo dos índices de conformidade relacionados aos três programas cujas fichas foram preenchidas. Para efetuar o cálculo destes índices, foram utilizados os enquadramentos apresentados nas fichas da seção 5.1.

5.2.1 Programa de planejamento de RAD

- a) Cálculo do índice de conformidade para cada grupo de práticas

Índice de conformidade para práticas essenciais (I_1), considerando que:

$$I_1 = P_{TA} + P_{AS} + P_L + 0.5 (P_{PA}) / \sum (P_{ESS} + P_L - P_{NS})$$

Onde:

P_{TA} (número total de práticas aplicadas) = 3

P_{AS} (número de prática adaptadas satisfatoriamente) = 0

P_L (número de práticas legais) = 0

P_{PA} (número de práticas parcialmente aplicadas) = 0

P_{NS} (número de práticas que não se aplicam) = 0

P_{ESS} (número total de práticas essenciais) = 6

$$I_1 = [3+0+0.5 \times 0] / [6 + 0 - 0]$$

$$I_1 = 0,5$$

Índice de conformidade para práticas importantes (I_2), considerando que:

$$I_2 = P_{TA} + P_{AS} + 0.5 (P_{PA}) / \sum (P_{IMP} - P_{NS})$$

Onde:

P_{TA} (número total de práticas aplicadas) = 3

P_{AS} (número de prática adaptadas satisfatoriamente) = 0

P_{PA} (número de práticas parcialmente aplicadas) = 4

P_{NS} (número de práticas que não se aplicam) = 0

P_{IMP} (número total de práticas importantes) = 17

$$I_2 = [3 + 0 + 0.5 \times 4] / [17 - 0]$$

$$I_2 = 0,29$$

Índice de conformidade para práticas acessórias (I_3), considerando que:

$$I_3 = P_{TA} + P_{AS} + 0.5 (P_{PA}) / \sum (P_{AC} - P_{NS})$$

Onde:

P_{TA} (número total de práticas aplicadas) = 2

P_{AS} (número de prática adaptadas satisfatoriamente) = 0

P_{PA} (número de práticas parcialmente aplicadas) = 0

P_{NS} (número de práticas que não se aplicam) = 0

P_{AC} (número total de práticas acessórias) = 13

$$I_3 = [2 + 0 + 0.5 \times 0] / [13 - 0]$$

$$I_3 = 0,19$$

- b) Cálculo do IC (Índice de conformidade) do programa de planejamento da recuperação de áreas degradadas; considerando que:

$$IC = [5 (I_1) + 3 (I_2) + 2 (I_3)] / 10$$

Onde:

$$I_1 = 0,50$$

$$I_2 = 0,29$$

$$I_3 = 0,19$$

$$IC = [5 (0,50) + 3 (0,29) + 2 (0,19)] / 10$$

$$IC = [2,5 + 0,87 + 0,38] / 10$$

$$IC = 0,37$$

Nível de conformidade

O nível de conformidade alcançado pelo programa de planejamento de recuperação de áreas degradadas é considerado baixo ($IC < 0,40$) e classificado com a cor vermelha. Representa uma situação onde, "poucos ou nenhum tipo de práticas são aplicados em nível satisfatório, denotando baixa adesão às boas práticas de recuperação de áreas degradadas na mineração". O planejamento é o início de todo o processo de RAD e insuficiências de planejamento repercutem na implementação das práticas operacionais e podem dificultar que sejam atingidos os objetivos da recuperação.

O planejamento da RAD não só envolve o atendimento a requisitos legais, mas também a aspectos técnicos e econômicos. O atendimento a requisitos legais frequentemente é satisfeito, ou seja, a empresa de mineração prepara um Prad, submete-o ao órgão ambiental competente e obtém as licenças ambientais pertinentes. Em contraponto, muitas vezes o Prad não possui qualidade técnica suficiente para fundamentar

e definir com detalhe a aplicação das medidas de recuperação ambiental durante as etapas de vida de uma mina. Ademais, a maioria das empresas não faz previsão ou estimativa de custos relativos à recuperação e ao fechamento ou estimativa de passivo ambiental, o que resulta na falta de provisões financeiras para arcar com a totalidade dos custos de recuperação.

5.2.2 Programa de práticas edáficas

- 1) Cálculo do índice de conformidade para cada grupo de práticas

Índice de conformidade para práticas essenciais (I_1), considerando que:

$$I_1 = P_{TA} + P_{AS} + P_L + 0.5 (P_{PA}) / \sum (P_{ESS} + P_L - P_{NS})$$

Onde:

P_{TA} (número total de práticas aplicadas) = 4

P_{AS} (número de prática adaptadas satisfatoriamente) = 0

P_L (número de práticas legais) = 0

P_{PA} (número de práticas parcialmente aplicadas) = 0

P_{NS} (número de práticas que não se aplicam) = 0

P_{ESS} (número total de práticas essenciais) = 4

$$I_1 = [4+0+0.5x0] / [4+0- 0]$$

$$I_1 = 1$$

Índice de conformidade para práticas importantes (I_2), considerando:

$$I_2 = P_{TA} + P_{AS} + 0.5 (P_{PA}) / \sum (P_{IMP} - P_{NS})$$

Onde:

P_{TA} (número total de práticas aplicadas) = 12

P_{AS} (número de prática adaptadas satisfatoriamente) = 0

P_{PA} (número de práticas parcialmente aplicadas) = 2

P_{NS} (número de práticas que não se aplicam) = 0

P_{IMP} (número total de práticas importantes) = 15

$$I_2 = [12 + 0 + 0.5 \times 2] / [15 - 0]$$

$$I_2 = 0,86$$

Índice de conformidade para práticas acessórias (I_3), considerando que:

$$I_3 = P_{TA} + P_{AS} + 0.5 (P_{PA}) / \sum (P_{AC} - P_{NS})$$

Onde:

P_{TA} (número total de práticas aplicadas) = 7

P_{AS} (número de prática adaptadas satisfatoriamente) = 0

P_{PA} (número de práticas parcialmente aplicadas) = 1

P_{NS} (número de práticas que não se aplicam) = 2

P_{AC} (número total de práticas acessórias) = 16

$$I_3 = [7 + 0 + 0.5 \times 1] / [16 - 2]$$

$$I_3 = 0,53$$

b) Cálculo do IC (Índice de conformidade) do programa de práticas edáficas, considerando:

$$IC = [5 (I_1) + 3 (I_2) + 2 (I_3)] / 10$$

Onde:

$$I_1 = 0,75$$

$$I_2 = 0,55$$

$$I_3 = 0,53$$

$$IC = [5 (1) + 3 (0,86) + 2 (0,53)] / 10$$

$$IC = [5 + 2,58 + 1,06] / 10$$

$$IC = 0,86$$

Nível de conformidade

O índice de conformidade relativo às práticas edáficas obtido é 0,86, o que o classifica no nível elevado de conformidade ($0,75 \leq IC < 1$), representado pela cor verde. Neste nível, "o conjunto de práticas é adequado à prevenção de riscos e de impactos adversos e à correção dos principais processos de degradação, apresentando alta adesão às boas práticas e atendimento aos principais requisitos legais gerais as empresas de mineração aplicam as práticas relativas a este programa". Neste caso hipotético, o que fundamenta o índice de conformidade elevado do programa de práticas edáficas é a aplicação das práticas essenciais e importantes, ao passo que há pouca aplicação de práticas acessórias.

A importância do adequado manejo de solo para o sucesso da recuperação já é razoavelmente reconhecido por grande parte das empresas de mineração. Se no passado o solo era tratado como estéril, na atualidade tende a ser visto como recurso ambiental valioso cuja conservação pode acelerar o processo de recuperação ambiental e reduzir seus custos.

5.2.3 Programa de práticas ecológicas

- 1) Cálculo do índice de conformidade para cada grupo de práticas

Índice de conformidade para práticas essenciais (I_1), considerando que:

$$I_1 = P_{TA} + P_{AS} + P_L + 0.5 (P_{PA}) / \sum (P_{ESS} + P_L - P_{NS})$$

Onde:

P_{TA} (número total de práticas aplicadas) = 2

P_{AS} (número de prática adaptadas satisfatoriamente) = 0

P_L (número de práticas legais) = 0

P_{PA} (número de práticas parcialmente aplicadas) = 0

P_{NS} (número de práticas que não se aplicam) = 0

P_{ESS} (número total de práticas essenciais) = 2

$$I_1 = [2+0+0.5 \times 0] / [2+0- 0]$$

$$I_1 = 1$$

Índice de conformidade para práticas importantes (I_2), considerando que:

$$I_2 = P_{TA} + P_{AS} + 0.5 (P_{PA}) / \sum (P_{IMP} - P_{NS})$$

Onde:

P_{TA} (número total de práticas aplicadas) = 6

P_{AS} (número de práticas adaptadas satisfatoriamente) = 0

P_{PA} (número de práticas parcialmente aplicadas) = 0

P_{NS} (número de práticas que não se aplicam) = 0

P_{IMP} (número total de práticas importantes) = 8

$$I_2 = [6 + 0 + 0.5 \times 0] / [8 - 0]$$

$$I_2 = 0,75$$

Índice de conformidade para práticas acessórias (I_3), considerando:

$$I_3 = P_{TA} + P_{AS} + 0.5 (P_{PA}) / \sum (P_{AC} - P_{NS})$$

Onde:

P_{TA} (número total de práticas aplicadas) = 7

P_{AS} (número de prática adaptadas satisfatoriamente) = 1

P_{PA} (número de práticas parcialmente aplicadas) = 1

P_{NS} (número de práticas que não se aplicam) = 2

P_{AC} (número total de práticas acessórias) = 16

$$I_3 = [7 + 1 + 0.5 \times 1] / [16 - 2]$$

$$I_3 = 0,60$$

b) Cálculo do IC (Índice de conformidade) do programa de práticas ecológicas; considerando:

$$IC = [5 (I_1) + 3 (I_2) + 2 (I_3)] / 10$$

Onde:

$$I_1 = 1$$

$$I_2 = 0,75$$

$$I_3 = 0,60$$

$$IC = [5 (1) + 3 (0,75) + 2 (0,60)] / 10$$

$$IC = [5 + 2,25 + 1,2] / 10$$

$$IC = 0,84$$

Nível de conformidade

O índice de conformidade alcançado pelo programa de práticas ecológicas é considerado elevado ($0,75 \leq IC < 1$) e classificado com a cor verde, representando uma situação em que “o conjunto de práticas adequadas à prevenção de riscos e de impactos adversos e à correção dos principais processos de degradação, apresentando alta adesão às boas práticas e atendimento aos principais requisitos legais”. As práticas ecológicas, em especial, as relacionadas com o restabelecimento da vegetação são aplicadas com alta frequência por muitas minas. Este fato pode ser reflexo da fiscalização exercida por órgãos ambientais e também da cultura das empresas de que a recuperação de áreas degradadas significa apenas restabelecer a vegetação. Neste caso hipotético, as práticas relacionadas à fauna ainda são incipientes ou ausentes, o que também parece ser comum em muitas minas.

5.3 Simulação dos índices de conformidade através do tempo

Uma simulação dos índices de conformidade das práticas de RAD obtidos mediante a aplicação do procedimento de avaliação a intervalos quinquenais é mostrada na Figura 5. A figura ilustra que a aplicação do procedimento pode ser feita periodicamente, obtendo-se um retrato da evolução do trato da RAD em uma mina.

Desta forma, é possível analisar as possíveis causas de melhoria ou decréscimo dos índices ao longo do tempo, conforme será apresentado a seguir.

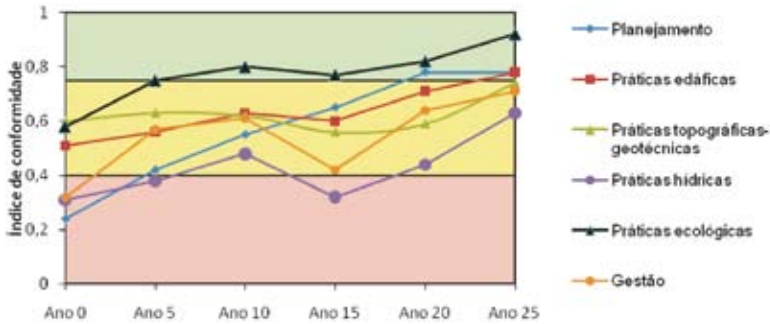


Figura 5. Simulação dos índices de conformidade através do tempo

Ano 0: Na primeira avaliação, verificou-se que os programas com índices de conformidade mais baixos são os relativos ao planejamento e as práticas hídricas e os mais altos são relativos aos programas de práticas edáficas e topográficas-geotécnicas. Apesar de a mina ter apresentado o Prad exigido pela legislação, este documento é pouco detalhado e descreve principalmente como deve ser feito o plantio de mudas. As inspeções técnicas revelaram que pouca atenção é dada à drenagem de águas pluviais, constatando-se a existência de vários focos de erosão e ocorrência de assoreamento em córrego que drena a mina. Não há monitoramento de parâmetros pertinentes à RAD e tampouco são adotadas práticas de gestão que se apliquem à RAD.

Ano 5: Todos os índices de conformidade dos programas de RAD cresceram no período, reflexo da adoção das principais recomendações da avaliação inicial. Nota-se melhora significativa nas práticas de planejamento, ecológicas e de gestão. O Prad foi revisto e atualizado, e programas de monitoramento foram iniciados. As inspeções técnicas mostraram também melhoria nas práticas hídricas, com implantação de sistemas de drenagem e bacias de decantação em locais onde antes não existiam.

Ano 10: A maioria dos ajustes e diretrizes recomendadas no ano 5 foram incorporados nos programas de RAD. Como resultados, observou-se um salto positivo em todos os índices

de conformidades, com exceção do programa de gestão. As práticas ecológicas atingiram nível elevado de conformidade, decorrentes de monitoramento e de estudos mais detalhados sobre flora e fauna, que resultaram na melhoria de algumas práticas, com resultados demonstrados pelos programas de monitoramento. As práticas edáficas foram melhoradas pela realização de investigação de solo na área do antigo tanque subterrâneo de óleo diesel.

Ano 15: Houve uma queda generalizada nos índices, com exceção das práticas de planejamento. No ano 14, o gerente da mina saiu da empresa e parte do conhecimento da aplicação das atividades de RAD se perdeu. Este fato se refletiu nos índices de todos os programas, com exceção do planejamento, mas um exame detalhado mostrou que o índice de conformidade das práticas de planejamento subiu devido à nova revisão do Prad feita no ano 13.

Ano 20: Como constatado na avaliação anterior, com a saída do gerente, muitas práticas operacionais deixaram de ser aplicadas. Adotando recomendações dessa avaliação, a empresa verificou a importância de disseminar o conhecimento sobre RAD entre os funcionários. No ano 17, a empresa adotou um sistema de gestão ambiental que contemplou as atividades de RAD. Em consequência, reuniões periódicas e trocas de informações sobre atividades de RAD foram incorporadas na rotina dos funcionários, e procedimentos escritos registram as tarefas a serem realizadas. As iniciativas de disseminação do conhecimento das atividades de RAD tiveram resultados positivos em todos os programas. Os funcionários incorporaram as práticas de RAD nas atividades operacionais diárias, além de gerenciá-las sistematicamente, mostrando que funcionários bem preparados propiciam a aplicação de práticas mais eficazes e eficientes.

Ano 25: No ano 20, a empresa preparou um Plano de Fechamento, considerando um horizonte de cinco anos remanescentes de vida útil e continuou aplicando as principais práticas

operacionais. Parte dos custos de fechamento foi diluída devido às práticas aplicadas nos anos anteriores, restando apenas àqueles associados às atividades que não podem ser antecipadas. Nenhuma prática tem baixo nível de conformidade.

Aquífero: Formação geológica capaz de armazenar e transmitir água em quantidades apreciáveis. (Tognon, 1985)

Área contaminada: Área onde há comprovadamente poluição causada por quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados, e que determina impactos negativos sobre os bens a proteger. (Cetesb, 2010)

Área degradada: Área onde há a ocorrência de alterações negativas das suas propriedades físicas, tais como sua estrutura ou grau de compactação, a perda de matéria devido à erosão e à alteração de características químicas, devido a processos como a salinização, lixiviação, deposição ácida e a introdução de poluentes. (Cetesb, 2010)

Assoreamento: Ato ou efeito de assorear; obstruir-se, encher de areia. Acúmulo de areia ou de terra causada por enchentes ou por construções. Enchimento de reservatórios imediatamente a montante das represas ou outros locais de barragem de fluxo, por partículas finas que variam desde argila coloidal até areia. (Tognon, 1985)

Auditoria ambiental: processo sistemático, documentado e independente para obter evidências de auditoria e avaliá-las objetivamente para determinar a extensão na qual os critérios da auditoria são atendidos. (ISO, 2004)

Barreira vegetal: Estrutura composta de espécies vegetais de porte arbóreo e/ou arbustivo, plantadas em linha ou em faixa, geralmente disposta na divisa de propriedades ou de setores em áreas ocupadas por empreendimentos civis ou mineiros, com o objetivo de atenuar os efeitos produzidos por impacto visual, ruído e poeira (poluição e contaminação do ar) decorrentes do processo produtivo. (ABGE, 2010)

Bota fora: Estrutura de disposição de solos e rochas, geralmente na forma de aterro, onde são depositados os rejeitos sólidos resultantes de escavações necessárias para execução de uma obra em empreendimentos civis ou mineiros, evitando seu descarte ao ambiente de forma

inadequada e prevenindo, dentre outros impactos, a poluição e contaminação da água, poluição e contaminação do solo, poluição e contaminação do ar e o impacto visual. (ABGE, 2010) NOTA: Em mineração, o termo "bota-fora" tem caído em desuso, sendo progressivamente substituído por "pilha de estéril", conforme definição a seguir.

Bota-fora: local utilizado para lançamento de estéréis, de forma não controlada, ordenada ou planejada. (modificado de ABNT, 1993)

Carste: terreno caracterizado por rochas carbonáticas, cuja topografia é principalmente formada pela dissolução da rocha e que pode ser caracterizada por drenagens subterrâneas e cavernas. (Field, 2002)

Contaminação: Introdução no meio ambiente de organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou outros elementos, em concentrações que possam afetar a saúde humana. É um caso particular de poluição. (Cetesb, 2010)

Corredor ecológico: é o nome dado à faixa de vegetação que conecta fragmentos florestais ou de outras fisionomias de vegetação nativa.

Epífita: plantas que crescem agarradas a outras plantas, tais como as orquídeas, musgos, líquens, bromélias, etc. (Cetesb, 2010)

Estoloníferas: plantas herbáceas que emitem caule rastejante na superfície ou dentro do solo, conforme a espécie. (Ibama, 1990)

Hábitat: O local físico ou lugar onde um organismo vive, onde obtém alimento, abrigo e condições de reprodução. (Cetesb, 2010)

Hidrossemeadura: forma de cobertura vegetal de superfícies, por meio de jateamento de sementes em meio líquido. Tem como objetivo proteger superfícies frente à erosão da água e do vento. (ABGE, 2010)

Inspeção técnica ambiental: avaliação de assuntos ambientais de um empreendimento regularizado. O principal

propósito de se inspecionar tecnicamente um empreendimento é avaliar o desempenho ambiental com o intuito de verificar se aquele está em conformidade com as exigências ambientais predefinidos. (Estados Unidos, 1989)

Lençol Freático: É um lençol d'água subterrâneo que se encontra em pressão normal e que se formou em profundidade relativamente pequena. (Cetesb, 2010)

Monitoramento: Coleta sistemática e periódica de dados previamente selecionados, com o objetivo principal de verificar o atendimento a requisitos predeterminados. (Sánchez, 2006)

Passivo Ambiental: Passivo ambiental pode ser entendido, em um sentido mais restrito como valor monetário necessário para custear a reparação do acúmulo de danos ambientais causados por um empreendimento, ao longo de sua operação. Todavia, o termo passivo ambiental tem sido empregado, com frequência, para conotar, de uma forma mais ampla, não apenas o custo monetário, mas a totalidade dos custos decorrentes do acúmulo de danos ambientais, incluindo os custos financeiros, econômicos e sociais. (Sánchez, 2005)

Pilha de estéril: estrutura formada pela disposição controlada de estéril, seguindo um projeto preestabelecido. (modificado de ABNT, 1993)

Reabilitação: conjunto de procedimentos através dos quais se propicia o retorno da função produtiva da área ou dos processos naturais, visando adequação ao uso futuro. (ABNT, 1999)

Recuperação ambiental: um termo geral que designa a aplicação de técnicas de manejo visando a tornar uma área degradada apta para novo uso produtivo, desde que sustentável. (Sánchez, 2005)

Remediação: Conjunto de medidas alternativas à descontaminação do solo e/ou das águas subterrâneas, em que, dependendo do agente poluente e de sua intensidade, a

sua descontaminação pode, por limitação tecnológica, não alcançar um estágio tal de depuração em que o grau de concentração do contaminante não seja mais considerado nocivo à saúde do homem. Nestas situações são utilizadas, como alternativas, medidas que vão desde a retirada total do solo contaminado e a sua substituição, até o seu isolamento, ou o isolamento das águas subterrâneas, evitando a disseminação de poluentes. (ABGE, 2010)

Retaludamento: Modificação das condições topográficas de uma vertente, para a construção de uma obra de engenharia ou para melhorar as condições de estabilização da encosta. Em geral, o retaludamento é processado com o recorte da encosta em bancadas denominadas bermas e complementado com revestimento superficial e com um sistema de drenagem superficial, ou mesmo com estrutura de contenção. (ABGE, 2010)

Vistoria: é a atividade que envolve a constatação de um fato, mediante exame circunstanciado e descrição minuciosa dos elementos que o constituem, sem indagação das causas que o motivaram. (Brasil, 2005)

As referências bibliográficas estão arranjadas em três seções: a primeira seção apresenta os guias utilizados para o levantamento de boas práticas de recuperação ambiental; a segunda seção lista as referências bibliográficas usadas no texto do guia e terceira seção apresenta as referências bibliográficas utilizadas para elaboração do glossário.

Guias utilizados para levantamento de boas práticas de recuperação ambiental

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13029:** Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril, em pilhas de mineração. Rio de Janeiro. 2006.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14063:** Óleos e graxas – processos de tratamento em efluentes de mineração. Rio de Janeiro. 1998.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 17505-1:** Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 1: Disposições gerais. Rio de Janeiro. 2006

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13030:** Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas em mineração. Rio de Janeiro. 1999

ANZMEC/MCA, Australian and New Zealand Minerals and Energy Council/ Minerals. Council of Australia. **Strategic Framework for Mine Closure.** Canberra. 2000.

Austrália, EPA (Environmental Protection Agency). **Community Consultation and Involvement.** Best Practice Environmental Management in Mining. Barton. 1995a.

Austrália, EPA (Environmental Protection Agency). **Environmental Impact Assessment.** Best Practice Environmental Management in Mining. Barton. 1995b.

- Austrália, EPA (Environmental Protection Agency). **Mine Planning for Environment Protection.** Best Practice Environmental Management in Mining. Barton. 1995d.
- Austrália, EPA (Environmental Protection Agency). **Rehabilitation and Revegetation.** Best Practice Environmental Management in Mining .Barton. 1995e.
- Austrália, EPA (Environmental Protection Agency). **Landform Design for Rehabilitation.** Best Practice Environmental Management in Mining. Barton. 1998.
- Austrália, EPA. (Environmental Protection Agency). **Environmental Auditing.** Best Practice Environmental Management in Mining. Barton. 1996.
- Austrália, Department of Industry Tourism and Resources. **Mine Closure and Completion.** Canberra. 2006.
- Brodtkom, J., Bennet, P., Jans, D. (Eds.). **Good Environmental Practice in the European Extractive Industry:** A reference guide. Centre Terre et Pierre. Tournai. 2000.
- Brodtkom, J., Bennet, P., Jans, D., Frades, B.L. (Eds.). **Environmental Good Practice Guide for European Extractive Industries:** Application to Spanish case. Ministerio de Economía. Madrid. 2002.
- Cetesb, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas.** Secretaria do Meio Ambiente, 2ª edição. São Paulo. 2001.
- Ibama, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração:** Técnicas de revegetação. Ibama. Brasília. 1990.
- ICMM e Ibram. International Council on Mining & Metals e Instituto Brasileiro de Mineração. **Planejamento para o fechamento Integrado de mina.** Londres. 2008.

- ICMM, International Council on Mining and Metals. **Good Practice Guidance for Mining and Biodiversity**. Londres. 2006.
- IUCN World Commission on Protected Areas. **Guidelines for Cave and Karst Protection**. 1997.
- SEMA, Rio Grande do Sul, Secretaria Estadual de Meio Ambiente. **Diretrizes Ambientais para restauração de matas ciliares**. 2007.
- SMA, Secretaria de Meio Ambiente. **Teoria e prática em recuperação de áreas degradadas: Plantando a semente de um mundo melhor**. Secretaria de Meio Ambiente. 2004.
- Tasmania. **Quarry Code of Practice**. Department of Primary Industries, Water and Environment, 1999.
- The Environment Council. **Good Practice for stakeholder engagement in the aggregates sector**. Londres. 2004.
- USFS e UFS, United States Forest Service and Utah Forest Service. **Reclamation Field Guide**, Ogden. Sem data.
- Vermeulen, J., Whitten, T., **Biodiversity and Cultural Property in the Management of Limestone Resources**. World Bank, Washington. 1999.
- WBCSD, World Business Council for Sustainable Development. Cement Sustainability Initiative. **Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) Guidelines**. Land and Communities. 2005.
- World Bank. **Environmental, Health and Safety Guidelines for Construction Materials Extraction**. 2007.

Referências do texto

- Fialho, D. et al.. **Monitoramento e avaliação de projetos de conservação e desenvolvimento sustentável: sistematização de uma experiência**. WWF-Brasil, Brasília, 2000.

- Ibama, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis 1. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: Técnicas de revegetação, Ibama, Brasília, 1990.
- ISO, International Organization for Standardization. **ISO 14011**: Audit procedure and auditing of environmental management systems. Geneve, 2004.
- Neri, A. C.; Sánchez, L. E.. Avaliação da eficácia das medidas de recuperação ambiental em minas de calcário. In: **V Congresso Brasileiro de Mina a Céu Aberto**, Belo Horizonte. Instituto Brasileiro de Mineração, Brasília, 2008.
- Neri, A. C.; Sánchez, L. E. A procedure to evaluate environmental rehabilitation in limestone quarries. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 11, p. 2225-2237, 2010.
- Pereira, J. C. R. **Análise de dados qualitativos**: Estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais. 3ª edição, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- Sánchez, L. E. Danos e passivos ambientais. In: Philippi Jr., A. e Alves, A. C. (Organizadores): **Curso Interdisciplinar de Direito Ambiental**. Manole, Barueri, p. 261-293, 2005.
- Sánchez, L. E. Planejamento do ciclo de vida de uma mina e redução dos riscos ambientais. In: **I Simpósio Latino-Americano de Engenharia de Minas**, Epusp, São Paulo, Anais, p. 347-352, 2004.
- Sánchez, L. E. Planejamento e gestão do processo de recuperação de áreas degradadas. In: Filippini-Alba, J.M. (org.), **Recuperação de Áreas Mineradas**: A Visão dos Especialistas Brasileiros. 2a. Edição. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p. 103-121, 2010.
- Viegas, M. **Auditorias de certificação de sistemas de gestão ambiental**: um estudo de caso. Dissertação de mestrado, Escola Politécnica da USP, 2002.
- Williams, D. D. A revegetação de áreas degradadas pela mineração. **Minérios/Minerales**, agosto, p.43-47, 1991.
- Guia de boas práticas de recuperação ambiental em pedreiras e minas de calcário

Referências do glossário

- ABGE, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. **Glossário: Geotecnologia Ambiental.** Disponível em <http://www.abge.com.br/html/modules.php?name=FAQ>. Acesso em 20 de agosto de 2010.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13029:** Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril, em pilhas de mineração. Rio de Janeiro, 1993.
- Brasil. **Resolução 1010 de 2005** do Confea (Conselho Federal de Engenharia Arquitetura e Agronomia).
- Cetesb, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo., Secretaria do Estado do Meio Ambiente - **Glossário Ecológico Ambiental.** Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/Institucional/glossario/glossario_a.asp. Acesso em: 22 de agosto de 2010.
- Estados Unidos, Office of Enforcement and Compliance Monitoring of the U. S. Environmental Protection Agency. **Fundamentals of Environmental Compliance Inspections.** Government Institutes Inc., Rockville, Maryland, 1989.
- Field, M. S. **A Lexicon of Cave and Karst Terminology with Special Reference to Environmental Karst Hydrology.** EPA, Environmental Protection Agency Estados Unidos. Washington. EPA/600/R-02/003. 2002.
- Ibama, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração:** Técnicas de revegetação, Ibama, Brasília, 1990.
- ISO, International Organization of Standardization. **ISO 14011:** Audit procedure and auditing of environmental management system. Geneve, 2004.
- Sánchez, L. E. Danos e passivos ambientais. In: Philippi Jr., A. e Alves, A. C. (Organizadores): **Curso interdisciplinar de direito ambiental.** Manole, Barueri, p. 261-293, 2005.

Sánchez, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental.:** conceitos e métodos. Oficina de Textos, São Paulo, 2006, 496 p.

Tognon, A. A. **Glossário de termos técnicos de geologia de engenharia.** 1º edição, ABGE, São Paulo, 1985, 139 p.

PLANEJAMENTO DA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Mina:

Data:

Enquadramento: **TA** (prática totalmente aplicada de acordo com as recomendações), **AS** (prática adaptada satisfatoriamente), **PA** (prática parcialmente aplicada de acordo com as recomendações), **NA** (prática não aplicada), **NS** (prática não se aplica).

Tipo de evidência: **EV** (evidência visual), **ED** (evidência documental), **E** (evidência verbal).

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
Plano de recuperação e de fechamento			
1. A empresa deve elaborar um plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD)			
2. O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas deve seguir as diretrizes da NBR 13030			
3. A mina deve ter um plano de fechamento (PF)			
4. O plano de fechamento (PF) da mina deve contemplar alternativas do uso futuro da área			
5. O PRAD/PF deve indicar a alternativa preferida para uso futuro da área			
6. O PF deve ser elaborado mediante consulta à comunidade local e demais partes interessadas			
7. Deve-se planejar a implementação das medidas de recuperação ambiental concomitantemente com as atividades extrativas			
8. O PRAD/PF deve conter um programa de monitoramento			
9. O PRAD/PF deve selecionar um conjunto apropriado de indicadores para avaliar seus resultados			
10. O PRAD/PF deve ser objeto de revisão e atualização periódicas			
11. Deve-se fazer provisão de recursos financeiros para a recuperação e o fechamento			
Estudos para implementação da cava e seleção de áreas para disposição de estéril			
12. Deve ser feito um estudo comparativo de alternativas de localização das pilhas de estéril			
13. Antes da abertura da mina ou antes da execução de projetos de expansão deve ser feito estudo hidrogeológico da área			
14. Caso a mina alcance o aquífero, deve se fazer um estudo quanto ao rebaixamento do nível d'água			
15. Deve ser feito levantamento do potencial espeleológico da área			

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
16. Deve ser feito levantamento do potencial arqueológico da área			
Estudos para manejo da vegetação e fauna			
17. Deve-se fazer um levantamento florístico prévio das áreas a serem afetadas pelas atividades.			
18. Deve se fazer um levantamento florístico prévio em áreas adjacentes que contenham fragmentos de vegetação nativa.			
19. Deve ser realizado levantamento de fauna silvestre antes da supressão de vegetação nativa			
20. Os levantamentos da fauna deverão também ser realizados em áreas vizinhas à mina			
21. A mina deve ter um projeto de restabelecimento de vegetação em áreas degradadas.			
Planejamento da retirada de solo superficial			
22. Deve ser feita programação para retirada do solo superficial			
23. O solo superficial deve ser preferencialmente manejado em períodos de estiagem			
24. Deve-se estimar a da espessura de solo superficial a ser reaproveitado			
Planejamento da implementação das vias de acesso e das bancadas			
25. O projeto de drenagem deve ser dimensionado de acordo com o volume de água resultante das precipitações máximas prováveis com base nos dados pluviométricos da região			
26. Os ângulos das bancadas devem ser calculados de acordo com as características geológico-geotécnicas da rocha visando à configuração final da cava			
Planejamento da implementação das pilhas de estéril			
27. Deve ser feito um estudo geológico-geotécnico prévio dos locais onde se pretende implantar a pilha de estéril			
28. Deve ser feito um estudo geológico-geotécnico dos materiais a serem depositados nas pilhas			
29. Deve ser feita uma caracterização dos materiais depositados em pilhas quanto às suas condições como substrato de vegetação			
30. Deve ser feito um estudo hidrometeorológico para o dimensionamento dos dispositivos de drenagem interna e superficial da pilha de estéril			
Planejamento de medidas de minimização de impactos visuais			
31. Devem ser previstas medidas de minimização do impacto visual, considerando as características locais, a localização dos pontos de vista e a qualidades dos recursos visuais			

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
32. A empresa deve discutir com a população local a melhor forma de minimizar o impacto visual.			
33. A conformação final das pilhas de estéril deve buscar integração com as formas de relevo do entorno			
Planejamento do envolvimento das partes interessadas			
34 .A empresa deve identificar e consultar as partes interessadas para a elaboração do Prad/Plano de Fechamento			
35. Deve-se elaborar um plano do envolvimento das partes interessadas			
36. Devem-se manter registros das iniciativas de consulta às partes interessadas, tais como listas de presença, atas e fotos			
Condições particulares da licença ambiental ou de outro requisito legal			
Outras atividades de planejamento eventualmente adotadas pela empresa			

Outras observações de interesse

Azul: práticas essenciais

Vermelho: práticas importantes

Preto: práticas acessórias

PRÁTICAS OPERACIONAIS

PRÁTICAS EDÁFICAS: MANEJO E PROTEÇÃO DO SOLO

Mina:

Data:

Enquadramento: TA (prática totalmente aplicada de acordo com as recomendações), AS (prática adaptada satisfatoriamente), PA (prática parcialmente aplicada de acordo com as recomendações), NA (prática não aplicada), NS (prática não se aplica).

Tipo de evidência: EV (evidência visual), ED (evidência documental), E (evidência verbal).

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
Remoção e separação do solo superficial			
1. Deve ser feita uma discriminação in situ entre solo superficial e outros substratos (solo de alteração de rocha, cascalhos e outros)			
2. O solo superficial deve ser removido separadamente do material subjacente (estéril ou minério)			
3. A retirada do solo superficial deve ser executada logo após a retirada da vegetação			
4. Deve-se evitar a degradação do solo por lavagens e serviços de manutenção de campo em maquinários (como trocas de óleo) e por trânsito sobre a área			
5. Os maquinários de retirada do solo superficial devem ser vistoriados periodicamente quanto a possíveis vazamentos de óleo, lubrificantes e outros			
Armazenamento temporário do solo superficial			
6. O solo superficial deve preferencialmente ser usado imediatamente após a sua retirada			
7. O solo superficial deve ser armazenado em áreas bem drenadas em que não haja tráfego (pedestres, veículos ou animais)			
8. O solo superficial deve ser armazenado em leiras ou pilhas de até 2 m de altura			
9. Não se deve compactar o solo superficial nem cobri-lo com plásticos ou lonas			
10. Se for necessário estocagem por longos períodos e não houver brota espontânea de vegetação, as pilhas de armazenamento de solo superficial devem ser revegetadas com gramíneas ou leguminosas			
11. O prazo de estocagem do solo superficial não deve exceder 2 anos			
12. O solo superficial deve ser revolvido periodicamente			
Recolocação da camada superficial do solo			
13. O solo superficial deve ser disposto sobre as superfícies a serem recuperadas			

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
14. Caso não haja solo superficial suficiente para os tratos da superfície final, deve-se utilizar estéril ou material similar excedente			
15. Deve-se definir a espessura necessária da camada de solo superficial para cada área, de acordo com o volume disponível nesta área			
16. A camada de solo superficial deve ser disposta de forma regular, obedecendo à conformação topográfica do terreno			

Tratos da superfície final

17. Deve-se minimizar a movimentação de equipamentos sobre as áreas que já tenham recebido a camada fértil do solo			
18. Deve-se avaliar e definir níveis de correção da fertilidade desejada			
19. A aplicação do corretivo de pH deverá ser feita com antecedência ao plantio			
20. Quando possível, deve-se aplicar a adubação orgânica			
21. Deve-se identificar a profundidade da camada adensada que precisa ser descompactada			
22. O solo superficial deve ser descompactado por práticas culturais ou mecânicas			

Controle de contaminação do solo

23. Áreas suspeitas de contaminação do solo devem ser caracterizadas por meio de investigação confirmatória			
24. Caso ocorra vazamento de derivados de petróleo, o solo contaminado deve ser removido e encaminhado para destino adequado ou deve ser remediado in situ			
25. Material sólido coletado em caixas separadoras de óleos e graxas e de efluentes de lavagem deve ser armazenado em local apropriado e enviado para destino adequado			
26. Tanques de armazenamento de combustível devem ser instalados sobre o solo			
27. O local onde se encontram tanques aéreos de armazenamento de combustíveis deve ser dotado de bacia de contenção			
28. Os derivados de petróleo devem ser armazenados em local com piso impermeável e capacidade de retenção da totalidade do volume armazenado			
29. Oficinas mecânicas, áreas de lavagem de equipamentos, de armazenamento e abastecimento de combustível devem ser localizadas distantes de cursos d'água			

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
30. Pisos de oficinas mecânicas, áreas de abastecimento e de lavagem de equipamentos devem ser impermeabilizados e dotados de sistema de coleta de líquidos, conectado a sistemas de tratamento e separação			

Controle dos processos de dinâmica superficial nas vias de circulação e áreas de apoio

31. As vias de acesso ou circulação interna devem dispor de um sistema de drenagem			
32. As canaletas escavadas em solos erodíveis devem ser revestidas			
33. A água proveniente das vias de acesso ou circulação interna deve ser aduzida para bacias de decantação antes de ser liberada ao meio externo			
34. A água proveniente de pátios de estocagem a céu aberto deve ser aduzida para bacias de decantação antes de ser liberada ao meio externo			
35. As águas pluviais devem ser lançadas em linhas de drenagem natural, em bacias de infiltração ou destinadas a reuso			

Condições particulares da licença ambiental ou de outro requisito legal

Outras práticas de controle eventualmente adotadas pela empresa

Outras observações de interesse

--

Azul: práticas essenciais

Vermelho: práticas importantes

Preto: práticas acessórias

PRÁTICAS OPERACIONAIS

PRÁTICAS TOPOGRÁFICAS E GEOTÉCNICAS: ESTABILIDADE DE BANCADAS

Mina:

Data:

Enquadramento: **TA** (prática totalmente aplicada de acordo com as recomendações), **AS** (prática adaptada satisfatoriamente), **PA** (prática parcialmente aplicada de acordo com as recomendações), **NA** (prática não aplicada), **NS** (prática não se aplica).

Tipo de evidência: **EV** (evidência visual), **ED** (evidência documental), **E** (evidência verbal).

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
1. O ângulo das bancadas deve ser mantido de acordo com o projeto e de acordo com as características geológico-geotécnicas da rocha ou solo, visando à configuração final da cava			
2. Deve-se implantar um sistema de drenagem de águas pluviais em taludes em solo			
3. Nos taludes em solo, as bermas devem ter inclinação transversal e longitudinal			
4. As bancadas situadas em cotas superiores da cava devem ser recuperadas assim que atinjam sua posição final			
5. Nas frentes de lavra que já se encontram em processo de reintegração ambiental, devem-se limpar e remover os blocos desmontados ou rolados nas bermas			
6. Blocos rochosos em equilíbrio instável e placas rochosas soltas deverão ser removidos			
7. Blocos e placas parcialmente descalçados, ou mesmo aqueles somente superpostos a planos de fratura com inclinação direcionada para o interior da cava, deverão ser removidos			
Condições particulares da licença ambiental ou de outro requisito legal			
Outras atividades de controle eventualmente adotadas pela empresa			
Outras observações de interesse			

Azul: práticas essenciais

Vermelho: práticas importantes

Preto: práticas acessórias

PRÁTICAS OPERACIONAIS

PRÁTICAS TOPOGRÁFICAS E GEOTÉCNICAS: ESTABILIDADE DE PILHAS DE ESTÉRIL

Mina:

Data:

Pilha ou Bota-fora:

Capacidade m³:

Enquadramento: **TA** (prática totalmente aplicada de acordo com as recomendações), **AS** (prática adaptada satisfatoriamente), **PA** (prática parcialmente aplicada de acordo com as recomendações), **NA** (prática não aplicada), **NS** (prática não se aplica).

Tipo de evidência: **EV** (evidência visual), **ED** (evidência documental), **E** (evidência verbal).

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
Estabilidade de pilhas de estéril			
1. Deve-se executar a pilha de forma ascendente			
2. Quando possível, as cavas exauridas devem ser preenchidas por estéril			
3. Caso a pilha de estéril intercepte linhas de fluxo natural de água, devem ser implantados dispositivos de drenagem interna			
4. Deve-se implantar um sistema de drenagem de águas pluviais em taludes em solo			
5. As bermas devem ter inclinação transversal e longitudinal para escoamento das águas superficiais			
6. A água proveniente das pilhas ou dos corpos do "bota-fora" deve ser aduzida para bacias de decantação antes de ser liberada ao meio externo			
7. Devem-se revegetar taludes e bermas concomitantemente à formação das pilhas de estéril			
8. No caso particular de mata nativa, deve-se deixar uma faixa de amortecimento no pé do talude inferior			
9. Pilhas de estéril podem ser utilizadas como barreira visual			
Condições particulares da licença ambiental ou de outro requisito legal			
Outras atividades de controle eventualmente adotadas pela empresa			
Outras observações de interesse			

Azul: práticas essenciais

Vermelho: práticas importantes

Preto: práticas acessórias

Guia de boas práticas de recuperação ambiental em pedreiras e minas de calcário

PRÁTICAS OPERACIONAIS

PRÁTICAS HÍDRICAS: PROTEÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Mina:

Data:

Enquadramento: TA (prática totalmente aplicada de acordo com as recomendações), AS (prática adaptada satisfatoriamente), PA (prática parcialmente aplicada de acordo com as recomendações), NA (prática não aplicada), NS (prática não se aplica).

Tipo de evidência: EV (evidência visual), ED (evidência documental), E (evidência verbal).

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
Proteção dos recursos hídricos superficiais			
1. Devem ser implantados sistemas de drenagem de águas pluviais com o objetivo de desviar as águas superficiais das áreas nas quais serão desenvolvidas atividades de mineração (drenagem perimetral)			
2. Devem-se reter os sedimentos carreados pelo escoamento superficial com a implantação de bacias de decantação, filtros de agregados ou outros dispositivos antes da água se lançada às áreas externas à mina			
3. Bacias de decantação devem ser instaladas fora de cursos d'água permanentes ou temporários			
4. Os sedimentos devem ser removidos das bacias de decantação antes que o limite da capacidade for alcançado			
5. Deve-se revegetar o entorno dos cursos d'água permanentes e intermitentes (nascentes, cabeceiras, córregos, rios)			
6. Caso a mina intercepte curso d'água, deve-se protegê-lo mediante desvio ou canalização			
7. Deve-se reduzir o lançamento nos cursos d'água por meio do reuso da água permanentes ou temporários			
8. O lançamento de efluentes deve ser isento de óleos e graxas			
9. Se a simples retenção em bacias de sedimentação não for suficiente para garantir a qualidade da água a ser lançada no corpo receptor, deve ser realizado tratamento adicional por meio de flocculação ou outro processo físico-químico			
10. Os locais de lavagem de equipamentos de mineração devem ter sua drenagem dirigida para sistemas de tratamento			
11. Efluentes oleosos de oficinas devem ser coletados e dirigidos para sistema de tratamento.			
12. Sistemas de separação de água e óleos devem ter desvio de águas pluviais			

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
Proteção dos recursos hídricos subterrâneos			
13. Devem-se consultar periodicamente os vizinhos quanto à possível redução de vazão em cacimbas ou poços tubulares profundos e nascentes			
14. Caso ocorra a redução de vazão nas fontes hídricas dos vizinhos, a empresa deve lhes fornecer água até regularizar a situação			
15. Quando cessar o bombeamento de água, a empresa deve continuar a monitorar a vazão das fontes hídricas dos vizinhos			
16. Caso haja necessidade de bombeamento de água da cava, deve-se usá-la na própria mina			
Condições particulares da licença ambiental ou de outro requisito legal			
Outras atividades de controle eventualmente adotadas pela empresa			
Outras observações de interesse			

Azul: práticas essenciais

Vermelho: práticas importantes

Preto: práticas acessórias

PRÁTICAS OPERACIONAIS

PRÁTICAS ECOLÓGICAS: MANEJO DE VEGETAÇÃO E FAUNA

Mina:

Data:

Enquadramento: TA (prática totalmente aplicada de acordo com as recomendações), AS (prática adaptada satisfatoriamente), PA (prática parcialmente aplicada de acordo com as recomendações), NA (prática não aplicada), NS (prática não se aplica).

Tipo de evidência: EV (evidência visual), ED (evidência documental), E (evidência verbal).

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidências	Observações*
Remoção de vegetação			
1. A retirada da vegetação deve ser realizada de forma concatenada com o plano de desenvolvimento da lavoura			
2. A área de supressão de vegetação nativa deve ser fisicamente delimitada, com ajuda de fitas zebreadas ou dispositivo equivalente			
3. Quando se tratar de pastagem natural ou de forrageiras cultivadas, sua remoção será feita juntamente com a camada fértil do solo			
4. A vegetação arbustiva ou arbórea retirada não deve ser queimada ao ar livre			
5. Epífitas devem ser retiradas manualmente de forma seletiva (salvamento) e reinseridas em áreas em recuperação			
6. Espécies vegetais de valor paisagístico significativo devem ser identificadas e transplantadas			
Minimização do impacto visual			
7. Os fragmentos remanescentes de vegetação natural devem ser aproveitados como barreiras visuais			
8. Deve-se usar o replantio como complemento para barreiras visuais			
9. Para as barreiras vegetais, devem-se escolher plantas que tenham um crescimento rápido e bom fechamento			
Restabelecimento de cobertura vegetal e habitats de vida selvagem			
10. O restabelecimento de vegetação nas áreas em recuperação deve seguir o plano preestabelecido			
11. Áreas de matas ciliares devem ser revegetadas com espécies nativas			
12. Áreas degradadas entre 1 e 2 ha, vizinhas de matas naturais, podem ser recuperadas naturalmente por meio de sucessão natural			

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidências	Observações*
13. As sementes de espécies nativas devem ser preferencialmente selecionadas perto da área da mina			
14. Devem-se escolher mudas e sementes adequadas para as características climáticas do local			
15. A mina deve manter um viveiro com espécies nativas			
16. Caso sejam usadas mudas de pequeno porte, elas devem ser protegidas			
17. Caso seja empregada sementeira, deve-se adotar um procedimento adequado para cada situação			
18. Devem-se espalhar as sementes sob o solo			
19. Caso haja presença de animais de criação ou domésticos, deve-se cercar a área com arame farpado, madeira ou similares			
20. Nos taludes, devem-se plantar espécies de rápido crescimento para proteção contra erosão			
21. Em taludes muito íngremes e áreas inacessíveis, deve-se empregar prática adequada			
22. Caso ocorram espécies invasoras na área a ser revegetada, devem ser eliminadas antes do plantio ou sementeira			
23. Devem-se usar plantios mistos em matas ciliares e outras áreas de preservação permanente			
24. Devem-se distribuir, aleatoriamente, matacões, troncos, pedaços de madeira e galhos nas áreas a serem recuperadas			
25. Deve-se deixar ou criar faixas de vegetação natural ligando a área em recuperação aos fragmentos de vegetação nativa remanescentes no entorno			

Condições particulares da licença ambiental ou de outro requisito legal

--	--	--	--

Outras atividades de manejo eventualmente adotadas pela empresa

--	--	--	--

***Outras observações de interesse**

--

Azul: práticas essenciais

Vermelho: práticas importantes

Preto: práticas acessórias

GESTÃO DO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Mina:

Data:

Enquadramento: **TA** (prática totalmente aplicada de acordo com as recomendações), **AS** (prática adaptada satisfatoriamente), **PA** (prática parcialmente aplicada de acordo com as recomendações), **NA** (prática não aplicada), **NS** (prática não se aplica).

Tipo de evidências: **EV** (evidência visual), **ED** (evidência documental), **E** (evidência verbal).

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
Padronização de Procedimentos			
1. A empresa de mineração deve ter procedimentos operacionais atualizados para recuperação ambiental como: remoção do solo, revegetação, manutenção do sistema de drenagem, monitoramento ambiental dentre outros			
Recursos humanos			
2. A equipe que implementa e gerencia as práticas ambientais deve ser composta por técnicos qualificados que tenham recebido treinamento específico em RAD			
Qualificação dos fornecedores			
3. Sementes, mudas e outros insumos devem ter procedência qualificada			
4. Os laboratórios contratados devem comprovar a sua qualidade por meio de certificação ou normalização de procedimentos			
Monitoramento			
5. A empresa de mineração deve executar um programa de monitoramento dos resultados da RAD, com o emprego de indicadores apropriados			
7. Deve haver monitoramento de qualidade de águas superficiais			
8. Deve haver monitoramento da área revegetada			
9. Deve haver monitoramento da fauna			
10. Deve-se monitorar ou acompanhar a estabilidade física de taludes e pilhas			
11. Em caso de rebaixamento do lençol freático, deve-se monitorar o nível d'água subterrâneo durante e após a operação, assim como a vazão de nascentes			
12. Os resultados do monitoramento devem ser interpretados, analisados e apresentados em relatórios periódicos			

Referências de boas práticas	Enquadramento	Tipo de evidência	Observações*
Manutenção da área			
13. Devem-se limpar (desobstruir) e reparar os sistemas de drenagem periodicamente ou sempre que necessário			
14. As áreas revegetadas devem periodicamente ser capinadas e limpas de plantas invasoras			
15. Deve-se verificar a necessidade de adubação de cobertura			
16. Deve-se realizar o controle de pragas e enfermidades			
17. Em caso de má germinação das sementes ou mortandade das plantas, deve-se refazer a semeadura ou plantio			
Controle			
18. Devem-se inspecionar periodicamente os tanques de armazenamento de derivados de petróleo			
19. A manutenção mecânica dos equipamentos móveis deve detectar vazamentos de óleos e combustíveis			
20. Os resultados do monitoramento devem ser devidamente registrados e armazenados, possibilitando fácil consulta			
21. Devem-se preparar relatórios periódicos sobre os resultados de RAD			
22. A alta direção da empresa ou da unidade deve tomar ciência dos resultados de RAD			
23. A empresa ou unidade deve manter um controle de custos de RAD			
Condições particulares da licença ambiental ou de outro requisito legal			
Outras atividades de gestão eventualmente adotadas pela empresa			
Outras observações de interesse			

Azul: práticas essenciais

Vermelho: práticas importantes

Preto: práticas acessórias

Quais as vantagens de ser um associado da ABGE:

- Você receberá todas as publicações editadas pela entidade durante o período de filiação (livros, traduções, artigos técnicos, anais de simpósios e congressos).
- Terá desconto na aquisição de publicações editadas pela entidade.
- Receberá a Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, Agenda ABGE, Revista Informativa, e informes eletrônicos.
- Terá desconto na inscrição dos eventos promovidos pela ABGE e entidades parceiras.
- Terá acesso a conteúdo restrito na homepage.

SÓCIOS PATROCINADORES DA ABGE

Fileie sua
empresa à ABGE
www.abge.com.br