

UF<sup>B</sup>

Universidade Federal do  
Recôncavo da Bahia

Marcus Vinicius Costa Almeida Junior

# Especialização de Mineração e Meio Ambiente

## Mineração e Dinâmica da Paisagem

SEAD

Superintendência de  
Educação Aberta e a Distância

e EaD  
UFRB

UAB  
UNIVERSIDADE  
ABERTA DO BRASIL



Marcus Vinicius Costa Almeida Junior

# **Mineração e Dinâmica da Paisagem**

Cruz das Almas - BA

2017

## FICHA CATALOGRÁFICA

A447m

Almeida Júnior, Marcus Vinicios Costa.

Mineração e dinâmica da paisagem / Marcus Vinicios  
Costa Almeida Júnior.\_ Cruz das Almas, BA: UFRB,  
2017.

42p.; il.

ISBN: 978-85-5971-024-3

1.Mineração - Aspectos ambientais. 2.Mineração  
-Degradação ambiental. I.Universidade Federal do  
Recôncavo da Bahia, Superintendência de Educação  
Aberta e a Distância. II.Título

CDD:622.7

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA - UFRB**

**Silvio Luiz de Oliveira Soglia**

Reitor da Universidade Federal da Bahia - UFRB

**Georgina Gonçalves dos Santos**

Vice Reitora da Universidade Federal da Bahia - UFRB

**SUPERINTENDÊNCIA DE EDUCAÇÃO ABERTA E A DISTÂNCIA-SEAD**

**Ariston de Lima Cardoso**

ariston@ufrb.edu.br

Superintendente – Coordenador UAB

Docente/CETEC

**Adilson Gomes dos Santos**

adilsongomes@ufrb.edu.br

Coordenador Adjunto UAB

Docente/CETEC

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS - CCAAB**

**Elvis Lima Vieira**

e-mail: elvieira@ufrb.edu.br

Diretor

**Josival Santos Souza**

e-mail: jsouza@ufrb.edu.br

Vice-Diretor

**Marcela Rebouças Bomfim**

reboucas.marcela@ufrb.edu.br

Coordenador do Curso Especialização  
em Mineração e Meio Ambiente - Ead

**Giselle Chagas Damasceno**

gdamasceno@ufrb.edu.br

Vice-Coordenador do Curso Especialização  
em Mineração e Meio Ambiente - Ead

**EQUIPE DE PRODUÇÃO DA SEAD**

**Agessandro Azevedo Carvalho**

agesandro@ufrb.edu.br

Técnico em Assuntos Educacionais

**Karina Zanoti Fonseca**

karinaufrb@ufrb.edu.br

Chefe do Núcleo de Mídias

Docente/CCS

**Sabrina Carvalho Machado**

sabrina@ufrb.edu.br

Assistente em Administração

**Alberto Roque Cerqueira de Azevedo**

betoazevedodrums@hotmail.com

Técnico em Audiovisual

**Dayane Sousa Alves**

dayane.alves@ufrb.edu.br

Assistente em Administração

**Lailson Brito dos Santos**

lailsonsantos10@hotmail.com

Estagiário

**Luiz Artur**

luiz.atr@ufrb.edu.br

Assistente em Administração

**Raimar Ramos de Macedo Filho**

raimarfilho@hotmail.com

Estagiário

**Jônatas de Freitas Santos**

moodle@ufrb.edu.br

Técnico em Informática

SEAD - UFRB

Casa Nº 1 - Campus Universitário

Telefone: (75) 3621-6922

Rua Rui Barbosa, 710 - Centro

Cruz das Almas-BA

# APRESENTAÇÃO DO CURSO

Prezado(a) Aluno(a),

A mineração é um dos setores básicos da economia do país, contribuindo de forma decisiva para o bem estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável.

Na Conferência Rio + 10, realizada de 26 de maio a 29 de agosto de 2002, em Johannesburgo, em várias partes de seu documento final, assinado por todos os países presentes, a mineração foi considerada como uma atividade fundamental para o desenvolvimento econômico e social de muitos países, tendo em vista que os minerais são essenciais para a vida moderna.

Os impactos causados pela mineração, associados à competição pelo uso e ocupação do solo, geram conflitos socioambientais pela falta de metodologias de intervenção, que reconheçam a pluralidade dos interesses envolvidos. Os conflitos gerados pela mineração, inclusive em várias regiões metropolitanas no Brasil, devido à expansão desordenada e sem controle dos loteamentos nas áreas limítrofes, exige uma constante evolução na condução dessa atividade para evitar situações de impasse.

Em geral, a mineração provoca um conjunto de efeitos não desejados que podem ser denominados de externalidades. Algumas dessas externalidades são: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano. Estas externalidades geram conflitos com a comunidade, que normalmente têm origem quando da implantação do empreendimento, pois o empreendedor não se informa sobre as expectativas, anseios e preocupações da comunidade que vive nas proximidades da empresa de mineração (BITAR, 1997). Este módulo, referente à disciplina Mineração e Dinâmica da Paisagem, servirá como material base para as nossas aulas, sendo complementado, ao longo do curso, com trabalhos específicos e mais aprofundados que, na soma, trará a você, aluno/a, embasamento para análise dos impactos gerados pela mineração ao meio físico.

Este módulo encontra-se, portanto, dividido em sete capítulos 1- Introdução; 2- Breve Histórico da Mineração; 3- Os Sistemas Naturais; 4- Etapas de um Processo Mineiro; 5- Conceitos Básicos Referentes à Degradação Ambiental, 6- Impactos Ambientais na Mineração; 7- Métodos de Controle e Recuperação de Área Degradada. Os capítulos se encontram divididos e sequenciados de modo a tornar o aprendizado mais fluido.

Bons Estudos!



# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
1.1	O que é Mineração	7
<b>2</b>	<b>BREVE HISTÓRICO</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>SISTEMAS NATURAIS</b> .....	<b>13</b>
3.1	Atmosfera	13
3.1.1	Divisões da atmosfera .....	13
3.2	Hidrosfera	14
3.3	Litosfera	15
3.4	Biosfera ou Esfera da Vida	16
<b>4</b>	<b>ETAPAS DE UM PROCESSO MINEIRO</b> .....	<b>17</b>
4.1	Prospecção e exploração	17
4.2	Desenvolvimento	17
4.3	Lavra	17
4.4	Processamento mineral	20
4.5	Descomissionamento de Empreendimentos Mineiros	21
<b>5</b>	<b>CONCEITOS BÁSICOS REFERENTES À DEGRADAÇÃO AMBIEN- TAL</b> .....	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>Impactos Ambientais na Mineração</b> .....	<b>25</b>
6.1	Degradação da Paisagem ou Impacto Visual	26
6.2	Ruídos e Vibrações	28
6.3	Poluição do Ar	30
6.4	Disposição de Rejeito e Estéril	31
6.5	Poluição das Águas	32
6.6	Tráfego de Veículos	33
<b>7</b>	<b>Métodos de Controle e Recuperação de Área Degradada</b>	<b>35</b>
7.1	Impacto Visual	35

<b>7.2</b>	<b>Controle de Poluição das Águas</b>	<b>36</b>
<b>7.3</b>	<b>Controle de poluição do ar</b>	<b>36</b>
<b>7.4</b>	<b>Controle de Ruídos e Vibrações</b>	<b>37</b>
<b>7.5</b>	<b>Monitoramento</b>	<b>37</b>



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 O que é Mineração

Mineração é o nome dado ao ato de extrair substâncias minerais da rocha ou do solo e o termo surgiu a partir do século 16. Os recursos minerais a serem extraídos podem ser: ouro, diamante, petróleo, gás natural, ferro, prata, água entre tantos outros. Todos esses elementos extraídos trouxeram muitos benefícios e conforto para a sociedade, entretanto, a mineração é um processo altamente prejudicial à natureza.

Outra definição, esta dada por Oliveira Jr. (1992), diz que minerar é assegurar economicamente, com mínima perturbação ambiental, justa remuneração e segurança, a máxima observância do princípio da conservação mineral a serviço da sociedade.

A exploração de minerais pode ser realizada através de minas subterrâneas ou de superfície, também denominada “a céu aberto”. Podemos citar, nesse caso, as pedreiras. Todos os minerais extraídos encontram-se em sua forma bruta e deverão, então, ser beneficiados para sua comercialização.



## 2. BREVE HISTÓRICO

O ato de minerar existe há muito tempo, muito antes da organização do calendário cristão. Naquela época, a preocupação era encontrar materiais capazes de produzir armas, ferramentas e utensílios como a argila, para a confecção de cerâmicas e potes, além de minerais para pigmentação utilizados em pinturas, roupas, entre outros.

Durante o processo de evolução, o Homem defrontou-se com diferentes espaços geográficos, regiões favoráveis à ocupação e expansão humana e oferta abundante de recursos naturais (matéria-prima) e energia. Tais condições, aliadas ao avanço científico-tecnológico propiciaram um acelerado processo de crescimento econômico, com uma falsa ideia de que se poderia manter, permanente e ilimitável, as fontes de recursos naturais como inesgotáveis.

Em 2600 a.C., várias civilizações já utilizavam os minerais como recursos. Os povos do mediterrâneo passaram a produzir o bronze, o chumbo e a prata a partir de minérios de óxidos e sulfuretos de metais e ligas metálicas. Os povos pré Hititas (atual Turquia) utilizavam o ferro, e os chineses utilizavam o carvão como combustível.

Na cidade de Laurium, próximo a Atenas e Grécia, as minas de prata e chumbo começaram a ser exploradas a céu aberto e com pequenas galerias no 2º milênio a.C. Os atenienses, em 600 a.C., construíram numerosos poços de acesso e ventilação, utilizando o método de câmaras e pilares. Era um progresso de escavação muito lento.

A partir do século 16, muitos pesquisadores começaram a estudar os minerais com intuito de compreender as diversas formas, funções e valores apresentadas por estes produtos. Como exemplo, temos o diamante, que além de ser uma pedra preciosa caríssima, é utilizado também pela indústria como ferramenta perfuradora de materiais duros, como rochas em geral, o quartzo, o vidro e artigos cerâmicos. O pó desse mineral é utilizado também para polir e fazer ligas.

Muitos instrumentos e técnicas utilizados pelos nossos precursores são utilizados até os dias atuais, como picaretas e marretas, sistemas de bombeamento, ventilação, lanterna de segurança

para uso em minas e carrinhos de mão. Em meados do século 19 d.C., explosivos, como a dinamite, passa a ser um elementantíssimo para a mineração. Estudos apontam que a primeira sonda rotativa, britadores de maxilas e moinhos de bolas foram utilizados na Inglaterra. Martelos pneumáticos, na Alemanha, e a primeira máquina de extração a partir da eletricidade começam a funcionar em Aspen, no Colorado (EUA). Outros instrumentos, como máquina de perfuração de rocha, primeira broca de diamante, dinamite, mesa de Wilfley, lâmpada de acetileno, também surgiram nesta época.

No século 20 d.C., surgiram as primeiras locomotivas elétricas na Inglaterra. Nesse mesmo período, inicia-se o uso da ANFO (Explosivo comercial de alto poder destrutivo, com custo baixo); dando início à mineração de Urânio e o surgimento da primeira máquina tuneladora.

Como a mineração é uma atividade econômica lucrativa, os investimentos feitos eram muito altos e com retorno garantido. Dessa forma, ela exerceu influência no processo migratório de muitas regiões e ajudou no povoamento e no descobrimento de novas terras.

Considerado como um dos setores básicos da economia do país, contribui de forma decisiva para o bem estar e melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade que se reconheça igualmente o direito de cada um, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável (FARIAS, 2004).

No Brasil, a mineração passou a ter domínio em sua economia a partir do século 18, com a exploração de ouro e de diamantes em Goiás, Mato Grosso e principalmente em Minas Gerais. Com isso, a população brasileira, em 100 anos, passou de 300 mil pessoas para três milhões de habitantes. Hoje, o forte da Mineração é o minério de ferro e o petróleo.

Os elementos minerais que são extraídos levam milhares de anos para serem repostos pela natureza. Acreditava-se que esses materiais eram infinitos, mas, com estudos e pesquisas, descobriu-se que eles são finitos. Por isso, é necessário que haja consciência na exploração mineral em um determinado lugar, mesmo que seja para beneficiar a vida humana. Preservar a natureza também é uma forma de favorecer o homem.

Portanto, de acordo com Farias (2004), a instalação de empreendimentos de mineração pode funcionar como os dois lados de uma moeda:

- I Ora, podendo funcionar como desencadeador do desenvolvimento econômico da região, quando do aproveitamento das matérias-primas para a expansão da economia municipal, fator de nucleação e desenvolvimento socioeconômico local, trazendo investimentos de infraestrutura e expansão territorial;
- II Ora, funcionando como desencadeador de problemas com o meio social e ambiental, provocando, em maior ou menor intensidade, uma série de impactos ambientais e disputa de espaço territorial no uso e na ocupação do solo, principalmente em assentamentos urbanos.

Os impactos causados pela mineração, associados à competição pelo uso e ocupação do solo, geram conflitos socioambientais causados pela falta de metodologias de intervenção, que reconheçam a pluralidade dos interesses envolvidos, afetando um ou mais sistemas naturais existentes no nosso planeta. Os conflitos gerados pela mineração devido à expansão desordenada e sem controle dos loteamentos nas áreas limítrofes, exigem uma constante evolução na condução dessa atividade para evitar situações de impasse (FARIAS, 2004).



## 3. SISTEMAS NATURAIS

Os Sistemas Naturais são aqueles que não foram criados pelo Homem e podem ser definidos como sendo um conjunto de elementos que interagem entre si, realizando trocas e influenciando-os mutuamente. O planeta Terra é o nosso maior sistema natural, o qual abriga outros sistemas que interagem entre si.

### 3.1 Atmosfera

A atmosfera é uma camada de gases que envolve a Terra e é retida pela força da gravidade. A atmosfera terrestre protege a vida no planeta, absorvendo a radiação ultravioleta solar, aquecendo a superfície por meio da retenção de calor, e reduzindo os extremos de temperatura entre o dia e a noite.

#### 3.1.1 Divisões da atmosfera

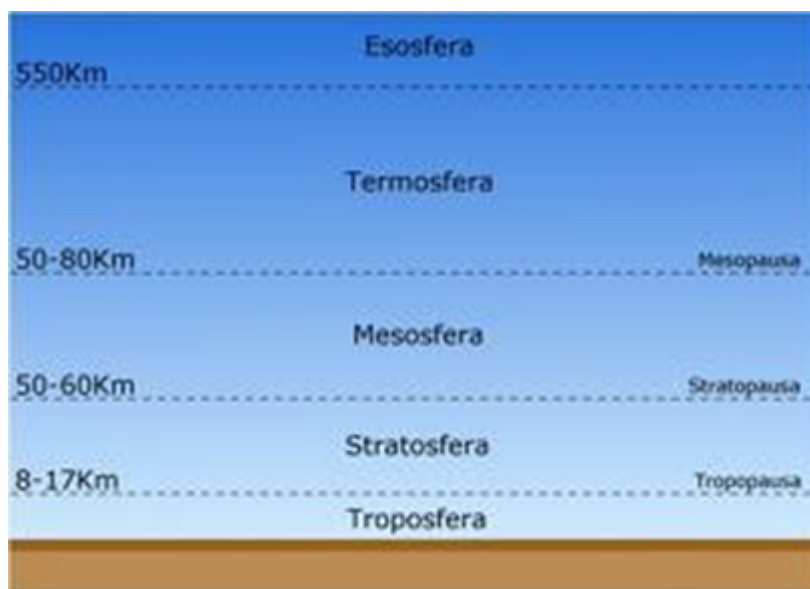
- i Troposfera – É a única camada em que os seres vivos podem respirar normalmente. Na Troposfera, as condições climáticas acontecem na camada inferior da atmosfera. Essa camada se estende até 20 km do solo, no Equador, e a aproximadamente 10 km nos polos.
- ii Estratosfera – É a camada entre a troposfera e a mesosfera, que se estende entre 18 e 50 km acima da superfície terrestre, atingindo temperaturas de 60 °C nas porções mais baixas e temperaturas de congelamento nas porções superiores;
- iii Mesosfera – É a camada atmosférica entre a estratosfera e a ionosfera, que se estende entre 50 a 80 km da superfície. É muito fria, com temperaturas abaixo de 100°C negativos. A parte inferior é mais quente porque absorve calor da estratosfera.
- iv Termosfera ou Ionosfera – É uma das camadas mais altas da Terra, que começa a cerca de 70 a 80 km de altitude, se prolongando até 500km de altitude. É onde ocorre uma grande



absorção de radiação solar, provocando altas temperaturas. A termosfera reflete ondas de rádio e protege nosso planeta contra meteoroides, fragmentando-os.

- v Exosfera – Inicia-se com 500km de altitude e se estende até que o ar se torne quase inexistente. Possui grande quantidade de hidrogênio, onde ocorre grandes variações de temperatura chegando a 2000°C durante o dia e -270°C durante a noite. Na exosfera, estão posicionados a maioria dos satélites artificiais.

Figura 3.1: Divisões da Atmosfera.



Fonte: <http://www.geografia.seed.pr.gov.br>

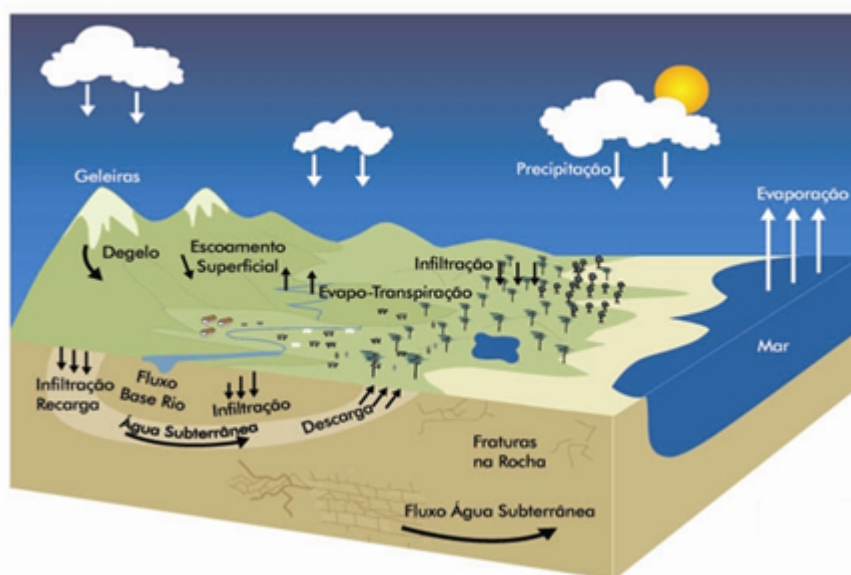
## 3.2 Hidrosfera

A hidrosfera é a esfera de todas as águas do planeta, os quais formam uma camada descontínua sobre a superfície do planeta. A hidrosfera e a atmosfera juntas permitem a vida no planeta, tendo sido também os agentes formadores dos mais importantes combustíveis fósseis: o petróleo e o carvão. Compõe junto com a atmosfera e a litosfera as três principais camadas da Terra.

A melhor representação se dá a partir do ciclo da água ou ciclo hidrológico, o qual descreve o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera. Esse movimento é alimentado pela força da gravidade e pela energia do Sol, que provocam a evaporação das águas dos oceanos e dos continentes. Este ciclo inclui a água

presente abaixo da superfície e nas rochas (litosfera), a água presente nas plantas e nos animais (biosfera), a água que se encontra na superfície e a água que se encontra na atmosfera em forma de vapor, nuvem e chuva.

Figura 3.2: Ciclo Hidrológico



Fonte: <http://www.mma.gov.br>

### 3.3 Litosfera

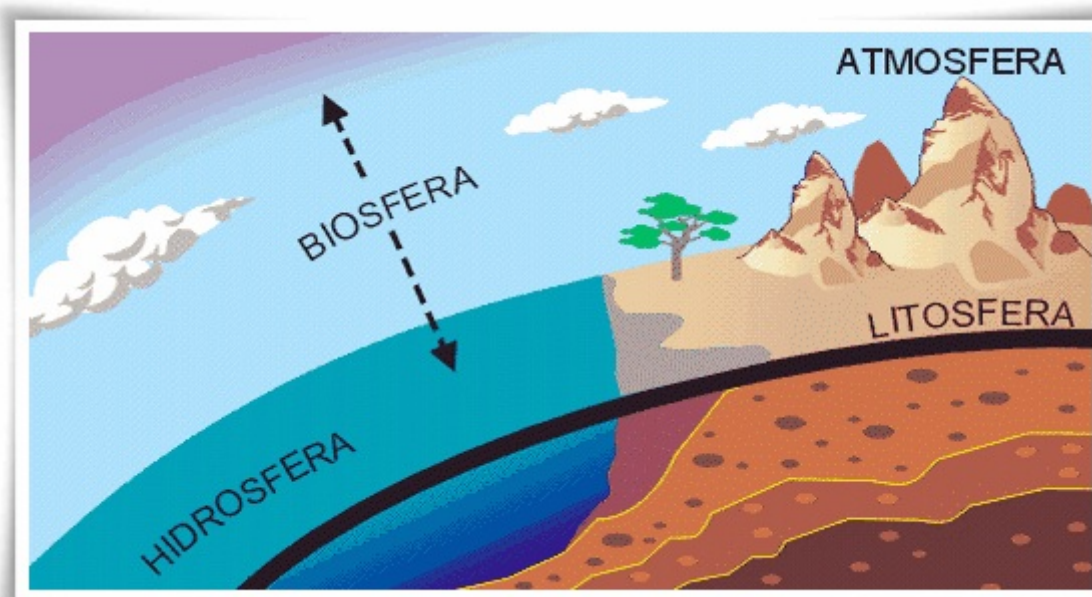
A litosfera representa a camada sólida da Terra, é considerada como um elemento dinâmico, ou seja, encontra-se sempre em transformação e retransformação. É a camada sólida externa do planeta, sendo frequentemente denominado de crosta terrestre. A diferença entre ambas está apenas no tipo de classificação da composição da Terra, enquanto a litosfera é uma das divisões que segmentam o planeta também em astenosfera, mesosfera e endosfera, a crosta terrestre precede as camadas chamadas de manto e núcleo.

A composição mineralógica da litosfera é predominantemente de silício, alumínio e magnésio. Já as rochas são divididas em sedimentares (processos de sedimentação), ígneas (solidificação do magma e/ou da lava) e metamórficas (transformação físico-química de outras rochas preexistentes).

### 3.4 Biosfera ou Esfera da Vida

É nessa esfera que acontecem as interações entre os seres vivos e estes com os elementos naturais em diferentes lugares do mundo, dessa forma cada região do planeta possui aspectos particulares de luminosidade, relevo, clima, vegetação, água entre outros. A biosfera é o agrupamento de todos os elementos naturais que favorecem e dão condições para a manutenção da vida no planeta, estando estritamente relacionada com a atmosfera, a litosfera e a hidrosfera.

Figura 3.3: Os Sistemas Naturais inter-relacionados.



Fonte: <http://www.mundobiologia.com>

## 4. ETAPAS DE UM PROCESSO

### MINEIRO

Um empreendimento mineiro pode envolver, em parte ou no todo, serviços compreendidos nas seguintes fases: prospecção, exploração, desenvolvimento, lavra, processamento mineral e descomissionamento do empreendimento mineiro.

#### 4.1 Prospecção e exploração

As fases de prospecção e exploração objetivam a descoberta, caracterização e avaliação de uma ocorrência geológica e distinguem-se como procedimentos de pesquisa mineral. O objetivo básico da pesquisa mineral é procurar, encontrar e assegurar uma reserva mineral economicamente viável. Compreende a realização de estudos e análises imprescindíveis às decisões sobre porte de projetos, fluxogramas, planos de extração de minérios, processamento mineral, remoção de estéril e reabilitação ambiental.

#### 4.2 Desenvolvimento

Esta fase envolve os serviços necessários à preparação da jazida para a lavra, com preparação de vias de acesso, sondagens, ventilação (no caso de lavra subterrânea), transporte, obras civis (escritórios, oficinas, refeitórios, vilas residenciais, áreas de lazer, etc.), estações de tratamento de água e esgoto, rede de captação de águas, preparação de barragens etc. É importante observar que em uma mina em atividade podem ocorrer, simultaneamente, todas as fases citadas.

#### 4.3 Lavra

Entende-se por lavra, o conjunto de operações para o aproveitamento econômico de uma jazida. É também a fase de extração dos bens minerais (minério) de seus locais de origem.

Compreende operações de grande, médio ou pequena escala realizadas na superfície e/ou no subsolo. O conceito de pequena, média ou grande mina depende do referencial adotado e varia conforme a região ou país. Minas consideradas de médio porte, em países desenvolvidos, podem ser consideradas de grande porte em países subdesenvolvidos. O valor da substância lavrada, as reservas, o grau de mecanização da mina, a tonelagem produzida, o número de empregados, o capital da empresa, dentre outros parâmetros, podem ser considerados nesta avaliação. Sobre esse aspecto, vale ressaltar o fato de que pequenas minerações tendem a impactar menos, viabilizam o aproveitamento de pequenas jazidas, além de servirem para fixar a mão de obra própria da região. Além disso, contribuem para a desconcentração de centros urbanos e favorecem o desenvolvimento da região em que estiver inserida.

Como principais métodos de lavra a céu aberto, podem ser citados:

- a. lavra a céu aberto: se por um lado esse tipo de lavra permite maior aproveitamento do corpo de minério, por outro produz maior quantidade de estéril, poeiras, ruídos e poluição das águas. O fato desses fatores serem melhor observados pode ser um ponto positivo para o seu controle. Porém, este impacto visual pode acarretar conflitos com populações circunvizinhas ao empreendimento e com órgãos de fiscalização;

Figura 4.1: Lavra a céu aberto.



Fonte: <http://tecnicoemineracao.com.br>

- b. lavra subterrânea: a lavra subterrânea, quando bem executada, causa menor impacto ambien-



tal, sendo que o material estéril e/ou os rejeitos da concentração podem ser utilizados como enchimento de galerias e escavações, minimizando possível passivo ambiental. Os efluentes líquidos, assim como ruídos, poeiras e vibrações provenientes da mineração estão, geralmente, confinados, o que torna o controle ambiental mais fácil;

Figura 4.2: Lavra Subterrânea.



Fonte: <http://tecnicoeminerao.com.br>

- c. Dragagem: remoção de minérios do leito de rios, com a utilização de dragas. Nesse tipo de lavra, os principais impactos são a geração de sólidos suspensos, turbidez e presença de óleos na água;

Figura 4.3: Dragagem



Fonte: <http://www.eicomnor.com.br>

- d. mineração marinha: extração de minerais por meio de plataforma continental, com utilização de explosivos, com posterior sucção através de bombas e/ou equipamentos especiais.

Figura 4.4: Mineração marinha



Fonte: <http://ambipetro.com.br>

#### 4.4 Processamento mineral

O minério extraído pode ser qualificado como o conjunto de minerais, dentre os quais um ou mais apresenta valor econômico, enquanto o restante será considerado mineral de ganga e será descartado após adequados processos de separação.

Define-se, portanto, o processamento mineral, como a capacidade de se fornecer diferente velocidade de resposta para as espécies presentes em um determinado sistema e conseqüentemente poder separá-las.

Em geral, um fluxograma de concentração inclui etapas de cominuição (britagem e moagem), classificação, a concentração propriamente dita e a etapa fina de desaguamento.

Os processos de concentração buscam diferenças nas espécies presentes para aplicação de determinados princípios. Os principais processos são:



- a. gravimétricos/densitários: baseados nas diferenças de densidade;
- b. eletro-estático/dinâmico: baseados na propriedade de escoamento de cargas;
- c. magnéticos: baseados na susceptibilidade magnética da espécies;
- d. físico-químicos: baseados em características interfaciais das partículas minerais;
- e. hidrometalúrgicos: baseados na solubilidade das espécies.

As etapas de beneficiamentos tendem a ser realizadas em sistemas fechados, com recirculação de água de processo e confinamento de rejeitos. Entretanto, a falta de controle de poeira, de ruídos, de reagentes, de águas de processo e estabilidade de barragens podem levar a sérios impactos ambientais.

## 4.5 Descomissionamento de Empreendimentos Mineiros

A reabilitação ambiental, sem prestígio há pouco tempo, é uma das ferramentas da desativação de um empreendimento e começa a fazer parte de todos os projetos mineiros tecnicamente bem elaborados, especialmente em função de exigências legais rigorosas e, por vezes, fora da realidade. Atualmente qualquer empreendimento mineiro é precedido de Estudos de Impacto Ambiental (EIA's) e Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (RIMA's), os quais são estudos envolvendo equipes multidisciplinares compostas por geólogos, biólogos, engenheiros ambientais, entre outros profissionais.

Na mineração, o descomissionamento é parte das operações de lavra e beneficiamento e representa a minimização de resíduos sólidos e efluentes nocivos ao meio ambiente. Essa fase é identificada como o cessar das operações de lavra e a conseqüente paralisação das demais atividades, seguida da transformação do sítio mineiro em área útil à comunidade que a cerca.

As atividades de desativação programada têm a função de colocar as obras e instalações resultantes em condições que possam ser removidas, vendidas ou, caso permaneçam na localidade, não ponham em risco a saúde e a segurança do público e do meio ambiente.

A área recomposta não será como a de antes das atividades mineiras; mas pode, em certos casos, ser melhorada, conforme o referencial adotado e os interesses das comunidades da região.



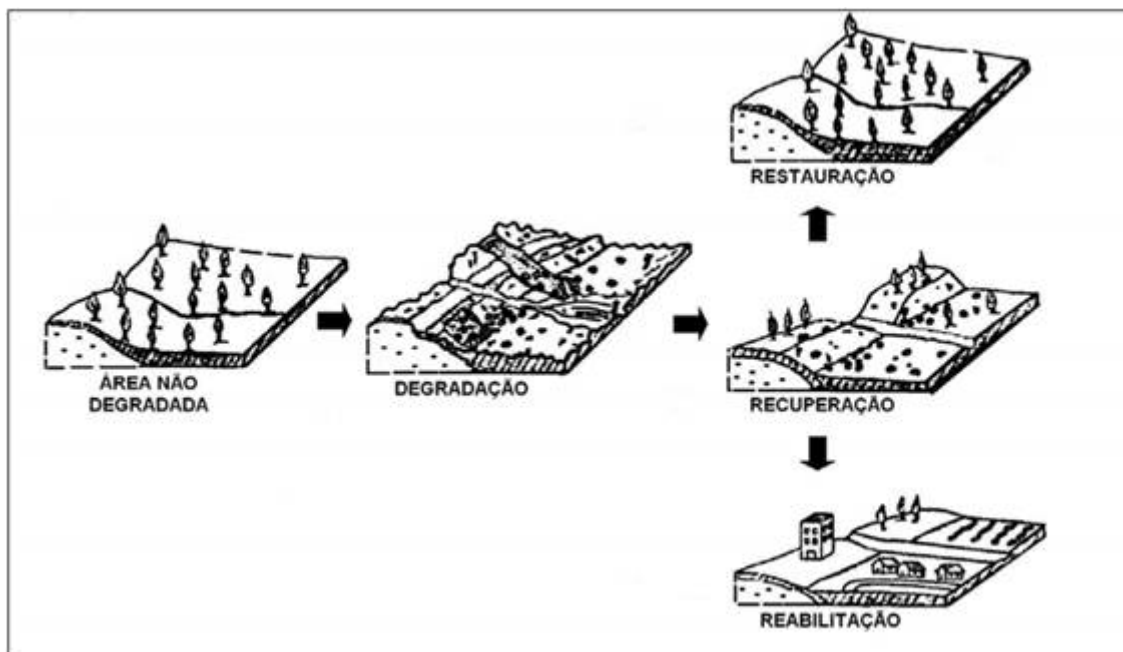
# 5. CONCEITOS BÁSICOS REFERENTES À DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Antes de entrarmos no assunto foco deste módulo, vale a pena trazer à tona alguns dos conceitos básicos relacionados à definição de uma área degradada e, por conseguinte, sua recomposição ambiental.

- **Degradação:** conjunto de processos resultantes de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais (BRASIL, 1989).
- **Área Degradada:** ocorre quando a vegetação nativa e a fauna são destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo é perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico são alterados (WILLIANS et al., 1990); ou área com diversos graus de alteração dos fatores bióticos e abióticos, causados pelas atividades de mineração, NBR 13030 (ABNT, CVRD, 1993), isto é, situações de degradação dadas por diferentes tipos de intervenção no meio físico.
- **Degradação Ambiental:** ocorre quando há perda de adaptação (solo) às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento socioeconômico (WILLIANS et al., 1990).
- **Recuperação (“reclamacion”):** devolve ao local o equilíbrio e a estabilidade dos processos ambientais ali atuantes anteriormente, NBR 10703 (ABNT, 1989).
- **Restauração (“restoration”):** reprodução das condições exatas do local, tais como eram antes de serem alteradas pela intervenção. Salienta-se que a completa restauração é rara ou até impossível, NBR 10703 (ABNT, 1989).
- **Reabilitação (“rehabilitation”):** reaproveitar a área para outra finalidade, de acordo com projeto prévio e em condições compatíveis com a ocupação circunvizinha, NBR 10703 (ABNT, 1989).
- **Remediação (“remediation”):** ações e tecnologias que visam eliminar, neutralizar ou transformar contaminantes presentes em subsuperfície (solo e águas subterrâneas). Este

termo está vinculado às áreas degradadas pela contaminação de resíduos, não sendo o caso em estudo.

Figura 5.1: Relação entre os conceitos de degradação, restauração, recuperação e reabilitação do ambiente em função da atividade de mineração.



Fonte: ABGE (1998).

## 6. Impactos Ambientais na Mineração

Praticamente, toda atividade de mineração implica supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração. Em muitas situações, o solo superficial de maior fertilidade é também removido, e os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d'água do entorno. A qualidade das águas dos rios e reservatórios da mesma bacia, a jusante do empreendimento, pode ser prejudicada em razão da turbidez provocada pelos sedimentos finos em suspensão, assim como pela poluição causada por substâncias lixiviadas e carregadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxa, metais pesados. Estes últimos podem também atingir as águas subterrâneas. O regime hidrológico dos cursos d'água e dos aquíferos pode ser alterado quando se faz uso desses recursos na lavra (desmonte hidráulico) e no beneficiamento, além de causar o rebaixamento do lençol freático. O rebaixamento de calha de rios com a lavra de seus leitos pode provocar a instabilidade de suas margens, causando a supressão das matas ciliares, além de possibilitar o descalçamento de pontes com eventuais rupturas. Com frequência, a mineração provoca a poluição do ar por particulados suspensos pela atividade de lavra, beneficiamento e transporte, ou por gases emitidos da queima de combustível. Outros impactos ao meio ambiente estão associados a ruídos, sobrepressão acústica e vibrações no solo associados à operação de equipamentos e explosões.

Todos os impactos anteriormente referidos podem ter efeitos danosos no equilíbrio dos ecossistemas, tais como a redução ou destruição de hábitat, afugentamento da fauna, morte de espécimes da fauna e da flora terrestres e aquáticas, incluindo eventuais espécies em extinção, interrupção de corredores de fluxos gênicos e de movimentação da biota, entre outros. Em relação ao meio antrópico, a mineração pode causar não apenas o desconforto ambiental, mas também impactos à saúde causados pela poluição sonora, do ar, da água e do solo. A desfiguração da paisagem é outro aspecto gerado pela mineração cujo impacto depende do volume de escavação e da visibilidade em razão de sua localização.

Todos os sistemas naturais antes mencionados sofrem as consequências diretas das atividades

mineradoras, a seguir:

## 6.1 Degradação da Paisagem ou Impacto Visual

O principal e mais característico impacto causado pela atividade minerária é o que se refere à degradação visual da paisagem.

Os efeitos da degradação ambiental podem ser assim resumidos: focos de erosão (remoção de solo); escorregamento de massas de solo/rochas; assoreamento de vales e cursos d'água; poluição visual, desaparecimento de morros; aterros de depressões e desflorestamento).

Figura 6.1: Contraste visual gerado por atividade mineradora



Fonte: <http://saofranciscovivo.org.br>

Não se pode, porém, aceitar que tais mudanças e prejuízos sejam impostos à sociedade, da mesma forma que não se pode impedir a atuação da mineração, uma vez que ela é exigida por esta mesma sociedade.

Existem duas diretrizes básicas que podem ser aplicadas na luta contra os efeitos nocivos causados pela mineração:

- prevenção e minimização dos impactos;
- restauração e eliminação dos danos.

A tendência atual é atribuir à prevenção o caráter primordial e às atividades de recuperação o caráter complementar. Dentro desta última, reveste-se de importância a reconstituição do ambiente primitivo, o que demanda um inventário completo dos sistemas ecológicos existentes antes da instalação da mineração. Este tem sido exigido em muitos países, para atividades de mineração em locais de equilíbrio ecológico específico.

A erosão é um processo de desgaste das rochas ou do solo que se manifesta em função de vários fatores como topografia, vegetação, tipo de rocha, clima ou pela intervenção humana.

A extração mineral de lavra a céu aberto para praticamente todos os minérios provoca, no seu desenvolvimento, a remoção da cobertura vegetal e cortes na topografia, realizados em geral sem nenhuma técnica, deixando as áreas já mineradas muitas vezes ao abandono, sem vegetação e expostas aos efeitos climáticos.

Os terrenos, nessas condições, são submetidos a processos erosivos intensos, produzindo decomposição das rochas e desgaste do solo, processos que uma vez iniciados se repetem ciclicamente.

Os efeitos da erosão podem ser controlados pela execução de cortes com taludes adequados na topografia, reaterro das áreas já mineradas, feito com o próprio material estéril removido à medida que a extração avança, e implantação de cobertura vegetal nas áreas já aterradas.

A atividade mineral a céu aberto ocasiona também na sua totalidade a remoção do material estéril que recobre ou envolve o minério, sendo acumulado, via de regra, sem nenhuma técnica, ao lado ou nas vizinhanças da mina.

Quando esses depósitos ficam muito volumosos, tornam-se, por si mesmos, instáveis e sujeitos a escorregamentos localizados. No período de chuvas, são removidos e transportados continuamente até as regiões mais baixas e, em muitos casos, para cursos de água. A repetição contínua do processo provoca o transporte considerável desse material, ocasionando gradativamente o assoreamento dos cursos de água.

Além do volume provindo do material estéril, devem ser consideradas as quantidades advindas da área das próprias jazidas e o material produzido pela decomposição das rochas e erosão do solo. No caso da extração de areia e caulim, o problema do assoreamento chega a ser significativo.



Figura 6.2: Evidências de processos erosivos



Fonte: <http://dererummundi.blogspot.com.br>

O problema pode ser minimizado através do adequado armazenamento do material estéril e sua posterior utilização para reaterro de áreas já mineradas e de tanques de decantação que retenham os sedimentos finos na própria área, preservando a hidrografia.

A poluição visual é o primeiro efeito visível da mineração ao meio ambiente. Grandes crateras e lagos, paredões e áreas devastadas são produtos da mineração em numerosos casos, impedindo a posterior utilização.

Em alguns casos, a reconstituição da paisagem em grandes jazidas tal qual era antes da extração é muito difícil. Porém, através de condução adequada das operações de lavra e de um projeto de recuperação, que leve em conta o destino a ser dado à área após a extração, a degradação ambiental pode ser reduzida e até eliminada.

## 6.2 Ruídos e Vibrações

O desmonte de material consolidado, muito como em pedreiras, é realizado através de explosivos, resultando, em consequência, ruídos quase sempre prejudiciais à tranquilidade pública. Não obstante o desejo de locar-se tais empreendimentos em regiões mais afastadas dos centros urbanos, existem locais onde esse objetivo não pôde ser atingido e certas jazidas ou

Figura 6.3: Assoreamento em leito de rio



Fonte: <http://brasilecola.uol.com.br>

pedreiras que foram gradualmente envolvidas pela urbanização. Nestes casos, o deslocamento de ar causado por frequentes detonações e a intensidade da onda de choque, que se propaga por toda a massa rochosa, pode colocar em risco as construções situadas nas vizinhanças.

Para minimizar estes impactos, podem ser adotadas certas medidas:

- orientação da frente de lavra;
- controle da detonação.

Os aspectos referentes à altura das bancadas e ao planejamento de desmonte e de fogo são de grande importância no que se refere a segurança, custos e danos, merecendo, pois, estudos especiais.

A onda de choque gerada por explosivos apresenta comportamentos distintos, de acordo com a distância e o tipo de material. Um método para suavizar os impactos causados pela detonação consiste em provocar uma descontinuidade física no maciço rochoso. Fazendo-se uma série de furos subverticais, paralelos a um mesmo plano e detonando-os com pequena quantidade de explosivos de força elevada, pode-se criar uma falha artificial que limita a propagação das ondas de choque. Este método apresenta-se muito eficaz quando existem habitações, monumentos históricos ou grandes obras de engenharia nas proximidades das pedreiras.

Para evitar ruídos decorrentes dos equipamentos de beneficiamento, deve-se aproveitar ao máximo os obstáculos naturais ou então criar barreiras artificiais, colocando o estoque de material beneficiado ou a ser tratado entre as instalações e as zonas a proteger.

Os trabalhos, tanto nas frentes de lavra como nas etapas de beneficiamento, devem ter periodicidade e horários rígidos, devendo as comunidades vizinhas serem devidamente avisadas sobre quaisquer eventuais mudanças.

Figura 6.4: Eventos explosivos em minas, provocando ruídos e vibrações na circunvizinhança.



Fonte: <http://tecnicoemineracao.com.br>

### 6.3 Poluição do Ar

Um dos maiores transtornos sofridos pelos habitantes próximos às minerações relaciona-se com a poeira, ou, de maneira geral, a poluição do ar. Esta pode ter origem tanto nos trabalhos de perfuração da rocha como nas etapas de beneficiamento e do transporte da produção. Essa poeira apresenta uma fração muito fina, que fica durante muitas horas em suspensão no ar, espalhando-se por extensas áreas.

O pó oriundo da perfuração da rocha é de pequena monta, não sendo pois, computado como poluente em grande escala. Entretanto, esse pó é nocivo aos trabalhadores que operam nas frentes. As perfuratrizes devem ser equipadas com dispositivos adequados de controle de pó, seja sistema de injeção de água, seja por sistema de aspiração.



As instalações de beneficiamento (britagem, peneiramento, moagem e ensacamento), por sua vez, produzem quantidades muito grandes de poeira e de finos.

Assim sendo, na mineração, existem duas fontes principais de poluição do ar. São elas:

- a. poluição por particulados: produzidos em virtude da detonação de rochas, movimentação de caminhões e máquinas, ação de ventos nas frentes de lavra, britagem e moagem por ocasião da etapa de beneficiamento dos minérios;
- b. poluentes gasosos: os principais poluentes gasosos são: CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, geralmente provenientes da combustão de óleos combustíveis.

Figura 6.5: Evidências de poluição do ar



Fonte: <http://www.pensamentoverde.com.br>

## 6.4 Disposição de Rejeito e Estéril

A disposição final de rejeitos não constitui problema mais sério, quando destinados aos trabalhos de recuperação das áreas. Entretanto, durante a fase da lavra devem ser observados cuidados especiais para que estes não estejam lançados no sistema de drenagem.

No caso das lavras de areia e de caulim, esse problema, às vezes, é evitado com a construção de tanques para a decantação de finos o que, de outra parte, possibilita o reaproveitamento da água.

Em algumas explorações de quartzito, observou-se a existência de diques secos, que barram o carregamento de finos durante a época de chuvas, promovendo também a filtragem da água. Havendo, entretanto, a necessidade da formação de pilhas de estéril. É importante salientar que as pilhas de estéril sejam devidamente estabilizadas através da implantação de vegetação.

## 6.5 Poluição das Águas

Considerando que as atividades minerárias que não envolvem minerais metálicos, não se observa, por parte desse setor, problemas de poluição química das águas. A poluição mais comum associadas a essas atividades é do tipo física, ou seja, por material em suspensão, contribuindo na desregulação dos seguintes parâmetros de qualidade das águas:

- a. orgânico: proveniente dos esgotos do sistema de apoio das atividades, tais como vilas, residências, escritórios etc.;
- b. óleos/detergentes: proveniente das oficinas, máquinas, caminhões etc.;
- c. cianeto/mercúrio: provindos do beneficiamento dos minérios de ouro;
- d. águas ácidas e/ou alcalinas: os efluentes ácidos são comuns em certos tipos de minerações, como no caso dos minerais sulfetados e é possível encontrá-los nas redes de drenagem com pH variando de 2 a 6,5. Quanto aos efluentes alcalinos, mais raros, são encontrados nas minas de calcário, fábricas de cimentos, usinas de concreto;
- e. metais pesados: essa categoria abrange cobre, chumbo, zinco, cádmio, cromo, arsênio, mercúrio, vanádio, berilo, bário, manganês etc. As águas que contêm esses elementos são provenientes, quase sempre, de sistemas de beneficiamento e concentração de minerais metálicos e apresentam um agravante quando contaminadas com efluentes de drenagem ácida, como as águas das minas de carvão;
- f. sólidos dissolvidos: é comum os efluentes das minerações conterem altos níveis de sólidos dissolvidos, tais como cloretos, nitratos, fosfatos ou sulfatos de sódio, calcário, magnésio, ferro e manganês. As maiores fontes de dissolução são as próprias rochas; mas os nitratos podem ser provenientes de explosivos inativos;

- g. reagentes orgânicos: encontrados nos efluentes do beneficiamento, quando a concentração emprega processos como a flotação, que utiliza coletores, modificadores e espumantes;
- h. cor: certos elementos têm a característica de alterar a cor da água, o hidróxido de ferro, por exemplo, que empresta coloração vermelha aos efluentes das minerações de ferro;
- i. sólidos em suspensão: material inerte proveniente das minerações, e sólidos orgânicos provenientes, por exemplo, das minerações de carvão;
- j. turbidez: está diretamente relacionada à quantidade de sólidos em suspensão, coloides e partículas finas em suspensão na água;
- k. radioatividade: a ocorrência de radioatividade é verificada principalmente nas barragens de rejeitos das minas de urânio;

l. eutrofização: é o processo de enriquecimento artificial de nutrientes, contidos nos efluentes, fosfatos e nitratos, provenientes de determinadas minas. Esses efluentes permitem a reprodução de certos organismos que podem se tornar nocivos, as algas, por exemplo; m. desoxigenação: os organismos vivos e aquáticos requerem oxigênio, dissolvido na água, para sua respiração e sobrevivência. São eles:

- a. OD – Oxigênio dissolvido na água.
- b. DBO – Demanda bioquímica de oxigênio, isto é, restos orgânicos consomem o oxigênio dissolvido (OD) durante sua decomposição.
- c. DQO – Demanda química de oxigênio, é outro processo de consumo de oxigênio por causa da oxidação química, ocorrência comum quando envolve minerais sulfetados.

## 6.6 Tráfego de Veículos

O tráfego intenso de veículos pesados, carregados de minério, causa uma série de transtornos à comunidade, especialmente naquela situação mais próxima às áreas de mineração, como: poeira, emissão de ruídos, frequente deterioração do sistema viário da região.

Embora alguns itens do problema sejam de fácil resolução, como no caso da poeira, a solução global é difícil e só poderá ser minimizada após o estabelecimento de áreas específicas à atividade de mineração. Alguns cuidados especiais devem, entretanto, ser desde já exigidos dos mineradores ou das empresas transportadoras, tais como:

- estudo minucioso de toras específicas para o tráfego pesado;
- controle rigoroso da velocidade dos caminhões;
- limpeza cuidadosa e manutenção constante dos mesmos;
- instalação de amortecedores acústicos especiais.

Figura 6.6: Veículos utilizados na mineração.



Fonte: <http://www.caspeldobrasil.com.br>

# 7. Métodos de Controle e Recuperação de Área Degradada

A recuperação de determinada área degradada por um determinado empreendimento, neste caso a mineração, pode ser definida como o conjunto de ações necessárias para que a área volte a estar apta para algum uso produtivo em condições de equilíbrio ambiental.

Para que seja possível obter-se novo uso da área, é necessário que ela apresente condições de estabilidade física (processos erosivos, movimentos de terrenos) e estabilidade química (a área não deve estar sujeita a reações químicas que possam gerar compostos nocivos à saúde humana e ao ecossistema, drenagens ácidas de pilhas de estéril ou rejeitos contendo sulfetos). Dependendo do uso pós-mineração, pode-se adicionar os requisitos de estabilidade geológica (áreas utilizadas com a finalidade de conservação ambiental).

Em casos como empreendimento mineiro, a participação do homem deve iniciar no planejamento da mina e finalizar quando as relações fauna, flora e solo estiverem em equilíbrio e em condições de sustentabilidade.

Além dos métodos citados anteriormente na explanação de cada tipo de impacto gerado pela mineração, podemos citar:

## 7.1 Impacto Visual

Geralmente, em virtude da extração do minério e disposição de estéril há um impacto visual que pode ser suavizado com adoção de certas técnicas disponíveis, tais como:

- a. cortina arbórea: sistema de vegetação que, se plantado adequadamente, confina a região minerada e protege o meio ambiente dos fatores poluentes relativos a poeiras e ruídos;
- b. bancos: anteparos artificiais. Na sua construção, são utilizados materiais provenientes da mina, como o próprio estéril que, disposto adequadamente, atenua a agressividade da paisagem da



área em mineração;

- c. perfil topográfico: adequação da linha do horizonte da cumeada da terra de onde foi extraído o minério a fim de harmonizá-la com a parte não minerada.

## 7.2 Controle de Poluição das Águas

Os métodos a serem utilizados relacionam-se com a escolha do processo de mineração. Drenagem, desvio de águas da frente de lavra, controle de erosão (compactação, drenagem, replantio), controle de infiltrações, recuperação de áreas mineradas, selagem das minas subterrâneas exauridas e sistemas de disposição controlada das pilhas de rejeito e estéril.

Tratamento da água: sempre que possível, a água deve ser recirculada dentro do sistema. Deve-se buscar a neutralização de efluentes, decantação e filtração com a utilização de barragens.

## 7.3 Controle de poluição do ar

- a. Enclausuramento da fonte poluidora: no caso de sistemas de britagem, este poderá ser confinado em prédio fechado, no sentido de impossibilitar a disseminação de pó na atmosfera exterior;
- b. Aspersão de água: no sentido de prevenir a formação de poeiras. Geralmente, a água é utilizada nos sistemas de britagem e transporte (correias) e pode ser sob a forma de "spray", usando agentes que facilitem o molhamento para reduzir a formação de poeiras. No caso das vias de transporte, promove-se a pavimentação, imprimação, irrigação etc.;
- c. Coletores: implementação de sistemas para coletar as partículas. Os métodos que podem ser utilizados são:
- gravidade (câmaras fechadas);
  - força centrífuga (ciclones);
  - interseção (filtração);
  - eletricidade (atração eletrostática).

- d. Controle de Gases: a principal fonte de poluição gasosa, na mineração convencional e não-pontual, é a combustão espontânea do carvão em pilhas de rejeitos. O melhor sistema de controle é dispor o material em camadas compactadas em bancadas. Às vezes promove-se uma cobertura com uma camada não-combustível.

## 7.4 Controle de Ruídos e Vibrações

Existem alguns métodos para remediar ou atenuar os efeitos danosos causados pelos ruídos e vibrações. Os principais são:

- redução do consumo de energia;
- isolamento da fonte de ruído e/ou vibração;
- promoção de anteparo no sentido de absorver os ruídos, como acontece com o sistema de cortinas arbóreas;
- adoção de um plano de controle adequado contra fogo.

## 7.5 Monitoramento

Por fim, e não menos importante, temo o monitoramento, que deve anteceder o início da lavra e continuar durante todos os trabalhos relacionados à fase de exploração do empreendimento. Além de controlar a qualidade dos efluentes, o monitoramento também visa a medir e conhecer as modificações produzidas nos meio ambiente.



## Referências

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas para mineração Região Metropolitana de São Paulo**. SP 1997.

OLIVEIRA Jr. J.B. **Custos associados à proteção ambiental na mineração**. Lisboa, 1992, 127p. Dissertação (Mestrado em Mineralurgia e Planejamento Mineiro). Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa. Setembro 1992.

FARIAS, C. E. G.; COELHO, J. M. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Relatório CGEE/PNUD. Disponível em: <[www.cgee.org.br](http://www.cgee.org.br)> 2002.

BRASIL. Presidência da República / Casa Civil. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília. 1988

WILLIAMS, D. D. (Coord.) **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: Ibama. 96p. 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT / CVRD. **NBR: 12649, 13028, 13029 e 13030**: Coletânea de normas de mineração e meio ambiente. Rio de Janeiro. 1993.

\_\_\_\_\_ ABNT. **NBR 10703: Degradação do solo**. Terminologia. Rio de Janeiro. 1989

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. Omar Yazbek Bitar (Coord.). ABGE / IPT, Divisão de Geologia. São Paulo. cap. 4, p.165 -179. Série meio ambiente. 1998.

MINISTÉRIO DA  
**EDUCAÇÃO**



ISBN 978-855971024-3



9

788559

710243