

**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS**

**GERSON DE CASTRO PEREIRA**

**CLAUDINEI MORETI DUARTE**

**RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO**

**JUIZ DE FORA**

**2015**

**GERSON DE CASTRO PEREIRA**

**CLAUDINEI MORETI DUARTE**

**RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADAS PELA MINERAÇÃO**

**Monografia apresentada ao Curso superior de tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Presidente Antonio Carlos, como um dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.**

**PROFESSOR ORIENTADOR VINICIUS CAMPOS DE ALMEIDA  
- M.Sc.**

**JUIZ DE FORA  
DEZEMBRO 2015**

Dedicamos esta monografia a Deus, a nossa família pela fé e confiança demonstradas, aos nossos amigos pelo apoio incondicional, aos professores pelo simples fato de estarem dispostos a ensinar, enfim a todos que de alguma forma tornaram este caminho mais fácil de ser percorrido.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeçemos aos nossos pais pelo incentivo em todos os momentos de nossas vidas. Ao nosso orientador, que nos mostrou os caminhos a serem seguidos. A todos professores, bibliotecários e nossos colegas que pelas palavras amigas nas horas difíceis, pelo auxílio nos trabalhos e dificuldades, mas principalmente por estarem conosco nesta caminhada tornando-a mais fácil e agradável.

"Coração de estudante  
Há que se cuidar da vida  
Há que se cuidar do mundo  
Tomar conta da amizade  
Alegria e muito sonho  
Espalhados no caminho  
Verdes, planta e sentimento  
Folhas, coração  
Juventude e fé"

## RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo, exposição de medidas que visam a recuperação de áreas degradadas pela mineração no Brasil. Sendo que a extração mineral consiste em uma atividade humana exercida desde a antiguidade, primeiramente com forma de sobrevivência, e, posteriormente, assumindo a posição de fonte produtora de bens sociais e industriais, participando sobremaneira na evolução alcançada pela humanidade. Não se poderia conceber o atual nível de desenvolvimento, conforto e bem-estar disponibilizados ao homem, sem reconhecer a ampla participação e importância dos recursos minerais neste processo. Habitação, transporte, indústria e tecnologia são alguns exemplos de segmentos da atuação humana com estreito relacionamento e forte dependência em relação à mineração.

Com o aumento do contingente populacional e com os avanços da tecnologia, o homem intensificou esforços na direção da extração mineral, acarretando um amplo desenvolvimento a este segmento produtivo, fazendo com que a mineração abandonasse seu status de produção artesanal, passando a atingir a escala industrial.

E assim o desequilíbrio tomou conta dos processos ecológicos e a crescente escassez de recursos naturais, provenientes de desenfreadas intervenções humanas na natureza, colocaram o ser humano na posição de réu de novos valores para que a efetivação de direitos já garantidos se tornasse eficaz, chamando a atenção da humanidade para a formação de uma conscientização a respeito da necessidade de tutela do meio ambiente.

Para que seja implementada a mineração, há necessidade de intervenção e alteração das características ambientais da região para que a extração ocorra, e assim o empreendimento minerário, acarreta o surgimento de áreas degradadas ao final da exploração, haja vista que o minério extraído não retorna ao seu local de origem. Neste trabalho, procura-se analisar o modo com que a legislação ambiental regula a recuperação das áreas degradadas na mineração, detectando os contornos desta obrigação. Por representar uma atividade econômica detentora de intrínseca e peculiar relação com o meio ambiente, a imposição da recuperação da área degradada serve como mecanismo de compatibilização com a proteção ambiental. Do mesmo modo, com base na inclusão deste dever à exploração

mineraria, consolida-se a concepção de que este segmento produtivo compreende um uso temporal ou transitório do solo, cabendo à fase de recuperação, encaminhar a área afetada pela exploração a um nível de estabilidade que permita um uso futuro do solo.

A obrigação fundamental imposta aos titulares de concessões de lavra no Brasil, com relação ao fechamento das minas, é que eles promovam a reabilitação das áreas impactadas pelas atividades da mineração, de acordo com um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), previamente elaborado e aprovado pelo órgão governamental competente.

A exigência da apresentação obrigatória do PRAD fundamenta-se no princípio de que as áreas ambientalmente perturbadas pelas atividades de mineração devem ser devolvidas à comunidade ou ao proprietário superficiário nas condições desejáveis e apropriadas ao retorno do uso original do solo ou naquelas necessárias para a implantação de outro uso futuro, desde que escolhido por consenso entre as partes envolvidas e afetadas pela mineração.

Conforme ordenamento legal, o PRAD deve considerar a solução técnica adequada, visualizada pela empresa de mineração, para reabilitar o solo, eventualmente degradado pela atividade de mineração, para uso futuro. O plano aprovado pode ser revisto ou alterado, com a concordância do órgão ambiental competente para sua aprovação, para incorporar inovações tecnológicas ou outras ações alternativas que se mostrem mais adequadas ao processo de reabilitação, à medida que se desenvolvem as atividades de lavra e beneficiamento.

É importante considerarmos que a recuperação de áreas degradadas por mineração normalmente envolve vários agentes, tais como o minerador, o poder público, a comunidade e o proprietário do terreno. Muitas das vezes, uma área de mineração apresenta impactos negativos que são permanentes, como no caso do relevo do terreno, que na grande maioria das vezes, não retorna à sua configuração original.

**PALAVRAS CHAVE:** Obrigatoriedade. Responsabilidade. Consequências. Reabilitação.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO -----	9
2 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL-----	10
2.1 CONTEXTO RELATIVO À MINERAÇÃO-----	10
2.2 ASPECTOS CONSTITUCIONAIS-----	11
3 IMPACTO AMBIENTAL-----	12
3.1 PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA MINERAÇÃO----	13
4 IMPORTÂNCIA DAS SUBSTÂNCIAS MINERAIS PARA O BRASIL-----	15
4.1EXTRAÇÃO DE CARVÃO-----	16
4.2 MINERAÇÃO DE OURO-----	17
4.3 AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CÍVIL-----	19
5 CONSEQUÊNCIAS AO MEIO AMBIENTE-----	21
6 OBRIGATORIEDADE E RESPONSABILIDADE-----	30
7 ATENUANTES DO DEVER DE RECUPERAÇÃO-----	32
8 MECANISMOS DE GARANTIA DA RECUPERAÇÃO-----	33
9 REABILITAÇÃO COMO PRESSUPOSTO-----	35
10 ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO -----	37
11 PROJETO DE RECUPERAÇÃO-----	38
12 MEDIDAS DE CONTROLE-----	39
13 PARTICIPAÇÃO DA COMUNIDADE-----	40
14 CONCLUSÃO -----	42
15 REFERÊNCIAS-----	43

# 1 INTRODUÇÃO

As exigências cada vez mais complexas da sociedade moderna, o crescimento da população mundial levaram à necessidade de grandes incrementos da produção mineraria, os quais vêm sendo obtidos através da aplicação intensiva de novas tecnologias, sendo a mineração um dos setores básicos da economia do Brasil, contribuindo de forma decisiva para o bem estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, uma vez que a partir da produção mineraria criam-se empregos e insumos para a indústria em geral. Porém, vêm provocando resultados ambientais danosos que comprometem o ecossistema e inclusive a sobrevivência do homem no planeta, por tanto torna-se necessário observar estes efeitos negativos, até então estáveis e harmônicos.

Não obstante a esta observação, é necessário implementar mudança das políticas globais de conscientização e o estabelecimento de um novo paradigma tecnológico, econômico e jurídico. Fica claro assim, que a natureza não pode se adequar às leis criadas pelo homem, muito ao contrário, o direito deve ser formulado respeitando as características, peculiaridades e indicadores naturais, submetendo as atividades econômicas às exigências naturais.

O desenvolvimento baseado no uso de recursos naturais renováveis ou não, apresenta sérios sinais negativos, por tanto torna-se de suma importância as sociedades do planeta inserirem mudanças drásticas em seus métodos de uso de tais recursos, assim estabelecendo regras que assegurem o desenvolvimento sustentável.

Segundo Bitar (1997), as principais alterações ambientais causadas pela mineração podem ser resumidas em: supressão de áreas de vegetação, reconfiguração de superfícies topográficas, impacto visual, aceleração de processos erosivos, aumento da turbidez e assoreamento de corpos d'água, emissão de gases e partículas no ar, ruídos, além da propagação de vibrações no solo.

Por tanto, deve se analisar todos os impactos decorrentes separadamente, tanto da área diretamente afetada assim como a comunidade que reside no seu entorno, sendo abordado no processo de avaliação todos efeitos ambientais, econômicos e sociais, que podem advir da implantação de atividade antrópica.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL**

Ao longo da história do direito ambiental no Brasil, percebemos que a legislação Brasileira tratava os recursos naturais com a visão voltada ao interesse econômico, as legislações das décadas de 1930 e 1960 tinham o caráter desenvolvimentista o qual perdurou por durante muito tempo, incentivando a exploração do meio ambiente visando apenas os estabelecimentos das cidades provocando lesões ambientais, muitas vezes de natureza grave.

Podemos considerar que as primeiras importantes legislações relativas ao meio ambiente surgiram no início do século XX, quando no Brasil, após a Revolução Constitucionalista de 1932, foram editados os principais dispositivos legais de proteção da natureza o Código de Caça e Pesca (Decreto 23672/1934) o Código Florestal (Decreto 23793/1934), o Código de Águas (Decreto 24643/1934) e a Lei de Proteção dos Animais (Decreto 24645/1934) estas legislações, entraram em vigor com tudo seu caráter foi mais regulatório de utilização dos recursos naturais do que de proteção dos mesmos.

Com tudo na década de 70, após a Conferência Sobre Meio Ambiente Humano, em 1972 realizada pela ONU, em Estocolmo na Suécia, passam a ocorrer significativas mudanças políticas em todo mundo, ao trazer o homem para o centro das questões ambientais e estabelecer princípios que deram início a criação e alteração de legislações pertinentes ao meio ambiente. Assim surge, no Brasil, em 1981 a Lei N.º 6.938, Política Nacional de Meio ambiente, PNMA, com o objetivo de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental do país a qual representa um grande marco divisor das questões ambientais.

### **2.1 CONTEXTO RELATIVO À MINERAÇÃO**

A legislação infraconstitucional, que disciplina a matéria ambiental relativa à atividade de mineração, está consolidada basicamente nas resoluções, decretos e portarias: Leis Federais a seguir :Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981 e suas alterações (Leis nos 7.804, de 18 de julho de 1989, e 8.028, de 12 de abril de 1990) - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação; Dec. 97.632 10/04/89 Exige de todos os empre-

endimentos de mineração a apresentação de PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, Decreto-Lei 7841 08/08/45 estabelece o código de Águas Minerais, Lei 227 28/02/67 estabelece o Código de Mineração, Lei 7805 18/07/89 estabelece o regime de permissão de lavra garimpeira, Lei 9.314 14/11/96 reformula o código de Mineração (Lei 227, de 28/02/67), Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986 - Estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA); Resolução do CONAMA nº 02 de 18 de abril de 1996 - Dispõe sobre a compensação de danos ambientais causados por empreendimentos de relevante impacto ambiental; Resolução do CONAMA nº 09 de 6 de dezembro de 1990 – Dispõe sobre normas específicas para a obtenção da licença ambiental para a extração de minerais, exceto as de emprego imediato na construção civil. Resolução do CONAMA nº 10 de 6 de dezembro de 1990 – Dispõe sobre o estabelecimento de critérios específicos para a extração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil. Portarias e Resoluções de outros órgãos federais relacionadas à meio ambiente no setor mineral; Portaria Ementa 204/97 Min. Transportes estabelece normas para transporte de produtos perigosos e o sistema de classificação de produtos perigosos 10/91 DNPM estabelece normas para outorga de permissão de lavra garimpeira IN 01/2000 DNPM estabelece critérios para concessão de Guia de Utilização para extração mineral na etapa de Pesquisa Mineral 07/88 SPHAN Regulamenta os pedidos de permissão e autorização e a comunicação prévia quando do desenvolvimento de pesquisas de campo e escavações arqueológicas. 16/2001 CNRH regulamenta a outorga de uso de recursos hídricos.

## **2.2 - ASPECTOS CONSTITUCIONAIS**

Artigo 20 Inciso IX, define que são bens da União "os recursos minerais, inclusive os do subsolo"; Artigo 22, inciso XII estabelece que compete privativamente à União legislar sobre "jazidas, minas, outros; Artigo 176, estabelece que "As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra". Os parágrafos 1º a 4º deste artigo definem como se dá a conces-

são para pesquisa e aproveitamento destes recursos, e como é dada a participação do proprietário do solo nos resultados deste aproveitamento; Artigo 225 Capítulo do Meio Ambiente: Estabelece que "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações". No § 1 inciso IV, este artigo incumbe ao poder público "exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente degradadora do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade". No § 2º, determina-se que "Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei". Com relação às sanções penais, o parágrafo 3º estabeleceu que "as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar o dano"; Artigo 231 inciso III, estabelece que "a pesquisa e a lavra de riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivadas com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra.

### **3 IMPACTO AMBIENTAL**

Segundo a resolução CONAMA 001/86 art. 6º inc. II " Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais".

A mineração, sem dúvidas causa um considerável impacto ambiental negativo na área minerada e as áreas vizinhas, onde são feitos os depósitos de estéril e de rejeito. Principalmente, quando substâncias químicas nocivas são utilizadas na fase de beneficiamento do minério, o que pode significar um problema sério de impacto ambiental.

Segundo Machado (1995, p. 31), “é falsa a afirmação de que a mineração é a atividade econômica mais agressiva ao meio ambiente. Outras atividades, tais como a agricultura, a petroquímica, a siderurgia, as grandes barragens e a própria urbanização, têm características mais impactantes do que a mineração”.

### **3.1 PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA MINERAÇÃO**

Podemos considerar que a mineração no Brasil é um dos setores básicos da economia do país, uma vez que contribui de forma positiva em alguns aspectos para o bem estar e a melhoria da qualidade de vida da população, sendo fundamental para o desenvolvimento em vários setores da sociedade, e que em muitas cidades é a maior fonte de arrecadação de impostos e empregos para população local. Com tudo é importante reconhecer e manter sob controle os impactos que esta atividade provoca no meio ambiente, assim proporcionando um meio ambiente adequado para as futuras gerações.

Os principais problemas oriundos da mineração podem ser englobados em quatro categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, e subsidência do terreno.

Em geral, a mineração provoca um conjunto de efeitos não desejados considerados efeitos colaterais. Assim temos como alguns destes efeitos as alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano entre outros. Normalmente estes efeitos colaterais geram conflitos com a comunidade, uma vez que se iniciam na implantação do empreendimento, pelo fato de o empreendedor não se informar sobre as expectativas, necessidades, atividades de lazer e trabalho da comunidade que vive nas proximidades da empresa de mineração. Sendo que muitas vezes trata-se de uma comunidade agrícola, que não se adapta a atividade de mineração e sofre todos efeitos diretos e indiretos desta atividade.

A Mineração no Brasil, ameaça 20% da área de proteção, conforme divulgado em site do jornal O Globo na página <http://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/mineracao-ameaca-20-das-areas-de-protecao>, cientistas brasileiros e Ingleses, mapearam 315 km<sup>2</sup> só na Amazônia.

Na figura 1, observa-se uma fratura exposta, uma grande mina de ferro na região de Carajás no Pará, um dos projetos em tramitação no congresso reserva 10% de todas reservas naturais a exploração mineral



**FIGURA 1:** - Jacques Janguoux photo researchears. Jornal O Globo 07/11/2014

O Quadro 1 abaixo apresenta uma síntese dos principais impactos ambientais na produção brasileira das seguintes substâncias minerais: ferro, ouro, chumbo, zinco e prata, carvão, agregados para construção civil, gipsita e cassiterita.

**QUADRO 1**

Substância Mineral	Estado	Principais problemas
Ferro	MG	Antigas barragens de contenção, poluição de águas superficiais
Ouro	PA	Utilização de mercúrio na concentração do ouro de forma inadequada; aumento da turbidez, principalmente na região de Tapajós
	MG	Rejeitos ricos em arsênio; aumento da turbidez
	MT	Emissão de mercúrio na queima de amálgama
Chumbo, Zinco e Prata	SP	Rejeitos ricos em arsênio
Chumbo	BA	Rejeitos ricos em arsênio

Zinco	RJ	Barragem de contenção de rejeito, de antiga metalurgia, em péssimo estado de conservação
Carvão	SC	Contaminação das águas superficiais e subterrâneas pela drenagem ácida provenientes de antigos depósitos de rejeitos
Calcário	MG e SP	Calcário Mineração em áreas de cavernas com impactos no patrimônio espeleológico
Gipsita	PE	Desmatamento da região do Araripe devido a utilização de lenha nos fornos de queima da gipsita
Cassiterita	RO e AM	Destruição de Florestas e leitos de rios

#### 4 IMPORTÂNCIA DAS SUBSTÂNCIAS MINERAIS PARA O BRASIL

O Brasil, possui 8,5 milhões de metros quadrados, sendo que sua diversidade de terrenos geológicos possui que expressa em produção de mais de 70 substâncias minerais, sendo vinte e um metálicos, quarenta, cinco não metálicos e três energéticos

A mineração no Brasil é um amparo financeiro e econômico. A atividade é uma grande fonte de renda e equilibra os índices de crescimento do país em grau bastante significativo. Isso se dá principalmente, quando se pensa no potencial do solo brasileiro, que se apresenta em configurações bem atípicas e ricas, capazes de colocá-lo a frente e comparado em níveis bastante equilibrados com referências em desenvolvimento.

Entende-se por mineração todos os processos e atividades industriais que tem por finalidade a extração de substâncias minerais do solo, a partir da perfuração ou contato com áreas de depósitos ou massas minerais das mesmas. A atividade se relaciona em maior ou menos grau com todos os fenômenos sociais e estão ligadas com todas as questões de crescimento e desenvolvimento do país, entretanto, muito se debate e muitas são as críticas sobre esse tipo de atividade, já que seus impactos ambientais foram sempre bastante grandes, bem como a exploração indiscriminada que culmina na queda do potencial de produção e acesso alguns tipos de materiais, que tem seu desenvolvimento bastante lento e controlado.

A indústria da mineração no Brasil atrai muitos investimentos e é um retorno financeiro garantido, desde que bem explorado, sendo que alguns minerais destacam-se não só pela importância econômica, mas também pela degradação ambiental: - extração de carvão, mineração do ouro, agregados para construção civil.

#### **4.1 EXTRAÇÃO DE CARVÃO**

Os depósitos de carvão fóssil do Brasil estão situados nos estados de Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Distribuem-se em oito grandes jazidas, sete das quais no Rio Grande do Sul e uma em Santa Catarina, além de várias outras de menor porte. Cerca de 88% dos recursos localizam-se no Rio Grande do Sul. Os jazimentos mais importantes denominam-se, de Sudoeste para Nordeste, Candiota, Capané, Irui, Leão, Charqueadas, Morungava /Chico Lomã, Santa Terezinha e jazida Sul-Catarinense . As camadas de carvão de todas as jazidas são parte integrante da formação Rio Bonito, situada estratigraficamente na porção inferior do pacote de rochas sedimentares da bacia do Paraná, de idade Permiana, ou seja, com cerca de 260 milhões de anos.

A maioria das jazidas apresenta linhas de afloramentos de suas camadas de carvão próximas à borda atual da bacia sedimentar do Paraná e mergulham sob as unidades sobrepostas das mesmas e/ou derrames das rochas basálticas. Exceções são a parte leste da jazida Morungava/Chico Lomã, o sul da jazida Sul-Catarinense e a totalidade da jazida Santa Terezinha, que se encontram sob cobertura de sedimentos Cenozoicos da planície costeira.

A extração ou mineração do carvão pode ser subterrânea ou a céu aberto, sendo que irá variar de acordo com a profundidade em que o carvão é encontrado. Quando a camada que recobre o minério é estreita, ou o solo não é apropriado (areia ou cascalho), a exploração tende a ser feita a céu aberto. Se o mineral está em camadas profundas, é necessário a construção de túneis.

Segundo a Aneel, a mineração a céu aberto é a forma predominante de extração do minério no Brasil, e também mais produtiva do que a subterrânea. Sendo que não corresponde à realidade internacional, na qual prevalece a exploração por mineração subterrânea, equivalendo a 60% da extração mundial de carvão.

A civilização do século XX , baseia-se em estrutura técnico-econômica de consumo intensivo de matérias-primas tanto de origem mineral quanto biológica, e o carvão apesar de ser um grande recurso energético e econômico , é uma das formas de produção de energia mais agressivas ao meio ambiente. Ainda que sua extração e posterior utilização na produção de energia gere benefícios econômicos, como empregos diretos e indiretos, aumento da demanda por bens e serviços na região e aumento da arrecadação tributária, o processo de produção, da extração até a combustão, provoca significativos impactos socioambientais.

A ocupação do solo exigida pela exploração das jazidas, por exemplo, interfere na vida da população, nos recursos hídricos, na flora e fauna locais, ao provocar barulho, poeira e erosão. O transporte gera poluição sonora e afeta o trânsito. O efeito mais severo, porém, é o volume de emissão de gases como o nitrogênio (N) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), também chamado de gás carbônico, provocado pela combustão. Estimativas apontam que o carvão é responsável por entre 30% e 35% do total de emissões de CO<sub>2</sub>, principal agente do efeito estufa.

A figura 2 a baixo revela parte dos impactos causados pela mineração, sendo que podemos observar destruição da vegetação e consequente alteração nos recursos hídricos e ecossistema nas áreas próximas.



FIGURA - 2 - Foto Sindicato das Indústrias de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina SIECESC

## 4.2 MINERAÇÃO DE OURO

O ouro inclui nos elementos mais raros no mundo. Encontra-se como filões de ouro em algumas rachas na crosta terrestre e como lixiviação da rocha nas sedimentações dos rios. Sua parte na crosta terrestre sólida ascende a cerca de quatro miligramas por tonelada. Por isso montes gigantescos de rocha têm que ser aplanados, triturados e peneirados para obter uns gramas de ouro. Para cada tonelada de ouro extraída, aproximadamente três milhões de toneladas de terra têm que ser movidos.

Hoje o ouro é quase sempre extraído em minas gigantescas. Uma mina de ouro é uma fábrica química ao ar livre: primeiro, a rocha é detonada e triturada. A seguir, ela é amontoada em colinas altas sobre lonas plásticas e pingada com uma solução de cianeto durante semanas. Esta dissolve os vestígios minúsculos de ouro da rocha. Muitas vezes são apenas um ou dois gramas por tonelada. A quantidade do cianeto utilizado é adequadamente grande: Estimativas partem de um consumo anual de cianeto de 182.000 toneladas nas minas de ouro em todo o mundo.

Algumas minas executam este processo em tanques fechados. Isto é melhor do que o procedimento ao ar livre, durante o qual líquidos altamente tóxicos são armazenados em bacias sem tampa cujas barragens podem partir. Mas também durante o processo fechado ficam para trás largas quantidades de escória altamente tóxica que é armazenada numa bacia ou, em países como a Indonésia, simplesmente atirada nos rios ou mares.

Em 2010, quando a cooperativa dos garimpeiros ganhou do governo federal o direito de retomar a exploração de seu tesouro em Serra Pelada, os técnicos do Ministério de Minas e Energia estimaram em 50 toneladas a quantidade de ouro ainda existente no local. Se o cálculo se confirmar, será mais do que se conseguiu extrair nos sete anos em que o garimpo funcionou, entre 1980 e 1987 (40 toneladas).

A destruição da paisagem e das bases de vida é a mesma, a extração de ouro de forma moderna viola os direitos humanos e deixa para trás desertos mortos, danos ambientais persistentes e problemas sociais, além disso, a extração de ouro põe em andamento uma bomba-relógio. Rocha tratada com cianeto forma ao ar ácidos que se distribuem no subsolo por muito tempo. Mais cedo ou mais tarde, as águas subterrâneas ameaçam ser contaminadas. Outro procedimento é a extração de ouro da areia dos rios, na maioria das vezes através de mercúrio. Este

junta-se ao pó de ouro e forma assim uma liga metálica. Para extrair o ouro puro, esta ligação é aquecida e o mercúrio evapora-se. Com isso, os vapores tóxicos chegam ao ar e aos rios sem ser filtrados. Adicionalmente, metais pesados como arsênio, chumbo, cádmio e mercúrio são libertados. Cada ano, aproximadamente 100 toneladas de mercúrio são tiradas somente no Rio Amazonas.

Na figura 3, podemos observar um local conhecido por "Serra Pelada", a extração de ouro, sem nenhum planejamento ou controle ambiental, trata-se de uma cena bíblica que ocorre nos anos 80: a terra retirada no garimpo era carregada em sacos no ombro por milhares de garimpeiros, e a escavação se fazia com pás e picaretas



**FIGURA - 3 -** (Foto: Luis Novaes – 1982 / Folhapress)

### **4.3 AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL**

A construção civil costuma ditar o ritmo de crescimento de um país. A indústria de brita acompanha esse ritmo. Se a construção civil está em alta é necessária uma maior produção de brita, o que leva a uma oferta de empregos diretos e indiretos e a um aumento da arrecadação tributária

O termo agregado deriva do fato de a areia e a brita são utilizados para a fabricação de produtos artificiais resistentes mediante a mistura com materiais aglomerantes de ativação hidráulica ou com ligantes betuminosos, e desta forma,

respectivamente, serem agregados ao cimento para a fabricação do concreto e ao betume (piche) para formar o asfalto.

Agregados para Construção Civil são materiais granulares, sem forma e volume definidos, de dimensões e propriedades estabelecidas para uso em obras de engenharia civil, tais como, a pedra britada, o cascalho e as areias naturais ou obtidas por moagem de rocha, além das argilas e dos substitutivos como resíduos inertes reciclados, escórias de aciaria, produtos industriais, entre outros. Os agregados são abundantes no Brasil e no mundo. Os agregados podem ser naturais ou artificiais. Os naturais são os que se encontram de forma particulada na natureza (areia, cascalho ou pedregulho) e os artificiais são aqueles produzidos por algum processo industrial, como as pedras britadas, areias artificiais, escórias de alto-forno e argilas expandidas, entre outros.

A mineração de agregados para a construção civil gera grandes volumes de produção, apresenta beneficiamento simples e, para melhor economicidade, necessita ser produzido no entorno do local de consumo, geralmente áreas urbanas, devido ao baixo valor unitário. Este setor é o segmento da indústria mineral que comporta o maior número de empresas e trabalhadores e o único a existir em todos os estados brasileiros.

Os agregados para a construção civil são obtidos de materiais rochosos variados, consolidados ou granulares, fragmentados naturalmente ou por processo industrial. Podem ser oriundos de rochas sedimentares como arenitos e sil-titos, entre outras; metamórficas como os quartzitos, calcários e gnaisses; ígneas como o granito, Sienitos, basaltos e diabásios.

A dispersão geográfica é uma das características naturais dos minerais de emprego imediato na construção civil, pois o custo do frete determina a distância em que o produto mineral pode chegar ao consumidor de forma econômica. São encontradas jazidas de areias, cascalhos e pedras britadas em todas as regiões brasileiras e na grande maioria dos municípios, com exceção de algumas espessas bacias sedimentares que impedem o afloramento de rochas “duras” utilizadas na britagem, como a bacia amazônica na Região Norte do país.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, (ABNT,1993) define agregado como material natural de propriedades adequadas ou obtido por fragmentação artificial da pedra de dimensão nominal máxima inferior a 100 mm e de dimensão mínima inferior igual ou superior a 0,075 mm.

No quadro 2, podemos observar a terminologia utilizada pela NBR 7225 com referência a nomenclatura e definição de alguns agregados.

QUADRO 2 Terminologia utilizada pela NBR 7225

NOMENCLATURA	DEFINIÇÃO
Agregado graúdo	Pedra britada, brita ou pedregulho muito grosso e médio de dimensões nominais entre 100 e 4,8 mm
Agregado miúdo	Pedregulho fino, pedrisco grosso, médio, fino, areia grossa, média e fina de dimensões nominais compreendidas entre 4,8 e 0,075 mm.
Pedra britada	Material proveniente de britagem de pedra, de dimensão máxima inferior a 100 mm e de dimensão mínima igual ou superior a 4,8 mm.
Pedrisco	Material proveniente de britagem de pedra, de dimensão máxima inferior a 4,8 mm e de dimensão mínima igual ou superior a 0,075 mm.
Areia	Material natural de propriedades adequadas de dimensão máxima inferior a 2,0 mm e de dimensão mínima igual ou superior a 0,075 mm.
Pó de pedra	Material proveniente de britagem de pedra, de dimensão máxima a 0,075 mm.

FONTE - ABNT (1993a)

## 5 CONSEQUÊNCIAS AO MEIO AMBIENTE

A mineração a céu aberto causa diversos impactos para o meio ambiente. Destroí completamente a área da jazida, as bacias de rejeito e as áreas usadas para depósito estéril. Tais impactos provocam danos e desequilíbrio na água, no solo, no ar, no subsolo e na paisagem como um todo, e são perceptíveis por toda população, visto que as áreas destruídas nunca voltarão a ser como antes.

O impacto causado pode ser intenso e extenso. Por exemplo, quanto a intensidade, o impacto da mineração de argila depende da topografia original, da característica e do volume de material que foi extraído, do método utilizado, do quanto foi aproveitado, etc. Quanto à extensão, destaca-se a erosão do material da super-

fície pela chuva, que acaba poluindo recursos hídricos e refletindo na bacia onde a mina se localiza. Esses impactos, além de prejudicar os proprietários, afetam todo o ambiente circunvizinho.

Os danos também podem ser diretos e indiretos. Os diretos alteram características físicas, químicas e biológicas do ambiente, que resultam num forte impacto visual, já que fauna, flora, relevo e solo são totalmente modificados. Os indiretos são mudanças na diversidade de espécies, na ciclagem de nutrientes, instabilidade do ecossistema, alteração no nível do lençol freático e no volume de água da superfície. As alterações na topografia podem causar mudanças na direção das águas de escoamento superficial, fazendo com que áreas que antes eram atingidas pela erosão tornem-se áreas de deposição e vice-versa. Contaminações químicas do solo decorrentes do derramamento de óleos e graxas das máquinas que operam na área também ocorrem com frequência.

Na figura - 4 - Vista de uma antiga fonte de lavra de mineração de areia, onde se observa, ao fundo o solo apresentando sulcos de erosão.



FIGURA 4 Fonte - Tânia de Oliveira Braga - Livro Mineração e Município - p 88

## 5.1 DEGRADAÇÃO DA PAISAGEM

O principal e mais característico impacto causado pela atividade mineraria é o que se refere à degradação visual da paisagem. Os efeitos da degradação ambiental podem ser assim resumidos: focos de erosão, escorregamento de massas de solo/rochas; assoreamento de vales e cursos d'água; poluição visual e poluição sonora.

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 essa 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 na RMSP adota a lavra a céu aberto para praticamente todos os minérios e 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, sob o clima da RMSP, caracterizado por intensa precipitação pluviométrica, 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. 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 (grandes jazidas), a reconstituição da paisagem tal qual era antes da extração é 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 futuramente, a degradação ambiental pode ser reduzida e até eliminada.

## **5.2 RUIDOS E VIBRAÇÕES**

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

Na figura 5, observa-se Foto da Rocha recortada com uso de explosivos apresentando resquícios de Mata Nativa na Pedreira (Campina Grande - PB). Fonte: Pesquisa Direta (junho, 2011). Foto: Cabral , L



Figura - 5 - Fonte - Revista Brasileira de Mineração e Meio Ambiente, Volume4, No 1, 2014 p 38

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 e 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.

### **5.3 POEIRA**

Um dos maiores transtornos sofridos pelos habitantes próximos às minerações relaciona-se com a poeira. 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. O despoeiramento das instalações de pedreiras pode ser feito de diversas maneiras, de acordo com cada caso, mas, de um modo geral, existem as seguintes possibilidades: - eliminação do pó através de nebulização de água; despoeiramento através da renovação do ar.

### **5.4 DISPOSIÇÃO DE REJEITO 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 que elas sejam devidamente estabilizadas através da implantação de vegetação.

## 5.5 POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

Considerando que as atividades minerárias muitas vezes envolvem minerais metálicos, se observa, por tanto problemas de poluição química das águas. e assim contribui para a poluição dos seguintes parâmetros de qualidade das águas:

- Orgânico: proveniente dos esgotos do sistema de apoio das atividades, tais como vilas, residências, escritórios etc;
- Óleos/detergentes: proveniente das oficinas, máquinas, caminhões etc;
- Cianeto/mercúrio: provindos do beneficiamento dos minérios de ouro;
- Águas ácidas e/ou alcalinas: os efluentes ácidos são comuns em certos tipos de minerações, como no caso dos minerais sulfatados e é possível encontra-los nas redes de drenagem água com pH variando de 2 a 6,5. Quanto aos 17 efluentes alcalinos, mais raros, são encontrados nas minas de calcário, fábricas de cimentos, usinas de concreto;
- 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;
- 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;

- Reagentes orgânicos: encontrados nos efluentes do beneficiamento, quando a concentração emprega processos como a flotação, que utiliza coletores, modificadores e espumantes;

- 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;

- Sólidos em suspensão: material inerte proveniente das minerações, e sólidos orgânicos provenientes, por exemplo, das minerações de carvão;

- Turbidez: está diretamente relacionada à quantidade de sólidos em suspensão, coloides e partículas finas em suspensão na água;

- Radioatividade: a ocorrência de radioatividade é verificada principalmente nas barragens de rejeitos das minas de urânio;

- 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;

- Desoxigenação: os organismos vivos e aquáticos requerem oxigênio, dissolvido na água, para sua respiração e sobrevivência. São eles: OD, Oxigênio dissolvido na água. DBO demanda bioquímica de oxigênio, isto é, restos orgânicos consomem o oxigênio dissolvido (OD) durante sua decomposição.

- DQO Demanda química de oxigênio, é outro processo de consumo de oxigênio por causa da oxidação química, ocorrência comum quando envolve minerais sulfetados.

Na figura 6 , observa-se vista de setor a jusante de um corpo de bota fora de uma mineração de rocha para brita, onde constata-se assoreamento de um corpo d'água.



Figura 6 - FONTE: Tânia de Oliveira Braga, Livro Mineração e Município, p 90

## 5.6 TRAFEGO DE VEICULOS

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.

## 6 OBRIGATORIEDADE E RESPONSABILIDADE

Visando amenizar esta séria carga imposta às presentes e futuras gerações, é que a Constituição Federal, no capítulo dedicado ao meio ambiente,

incluiu no parágrafo 2º do artigo 225, a previsão quanto à obrigação daquele que explorar os recursos minerais de recuperar o meio ambiente degradado.

Destaca-se, neste sentido, o art. 1º do Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que regulamenta o art. 2º, VIII, da Lei nº 6.938/81, prevendo a inserção do dever de recuperar no processo de estudo da viabilidade ambiental da atividade mineraria, estabelecendo que os "empreendimentos que se destinem à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e do Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente um plano de recuperação de área degradada."

Com base na inclusão desta obrigação ambiental consolida-se a concepção de que a atividade mineral compreende um uso temporal ou transitório do solo, cabendo à fase de recuperação, encaminhar a área afetada pela exploração a um nível de estabilidade que permita um uso futuro do solo.

No entanto, uma análise isolada desta obrigação de recuperação poderia levar a uma equivocada impressão quanto à permissibilidade de degradação nas atividades minerarias, ideia esta que não se coaduna com os contornos da tutela legal do meio ambiente.

Conforme menciona Mariano (1999), a previsão do parágrafo 2º do art. 225 da Constituição, não representa uma permissão para poluir, sendo que, "diante de uma atividade necessariamente modificadora do meio ambiente e ao mesmo tempo importante para o desenvolvimento do País, o legislador constituinte, em caráter preventivo, impõe ao minerador o dever de recuperar o meio ambiente degradado".

Na visão de Antunes (2002), o legislador, atento à importância econômica e social da mineração, estabeleceu um critério diferenciado para a exploração dos recursos minerais, exigindo a proteção ambiental mediante critérios rígidos, mas, admitindo que são inevitáveis os resultados negativos sobre o meio ambiente nesta atividade.

Ao referir-se quanto ao comentado parágrafo, Milaré (2001) descreve que ciente o legislador, da impossibilidade de se atingir o subsolo sem interferir na área superficial e seu entorno "após ter consagrado o interesse público existente sobre o aproveitamento desse bem, impôs ao minerador a responsabilidade de 'recuperar o meio ambiente degradado, segundo solução técnica exigida pelo órgão público".

Nesta esteira, Barroso (1992) interpreta o dispositivo argumentando que a defesa do ambiente refere-se a apenas a um dos vetores constitucionais, necessitando ser conciliado com muitos outros, o que resulta na admissão da hipótese de que certas atividades econômicas, ainda quando lesivas ao meio ambiente, deveriam ser exploradas, conformando-se o legislador com a inevitabilidade do dano, mas determinando a recuperação do meio ambiente degradado.

No que se refere á interpretação do termo “recuperar”, Antunes (2002) acrescenta que a recuperação dos danos proporcionados pela mineração se reveste das características da compensação, pois raramente é possível o retorno do local ao seu status quo ante.

Nesta mesma linha de raciocínio, Barreto (2001) considera que a recuperação de áreas mineradas deverá ser efetuada tendo como base o princípio da reconstituição, pois, após a retirada do minério, o mesmo não poderá ser repostado a seu local de origem.

Neste sentido, verifica-se que ao longo do tempo o significado específico da recuperação de áreas degradadas foi alvo de uma evolução que permite se observar uma passagem do objetivo de restabelecer as condições originais do sítio degradado, para a busca de situações em que a estabilidade do meio ambiente e sua sustentabilidade sejam efetivamente garantidas, em particular, por meio da instalação de um uso adequado do solo (BITAR, 2002).

Esta é a abordagem utilizada por Willians et al. (1990) que defendem que a recuperação “significa que o sítio degradado será retornado a uma forma de utilização de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo. Implica que uma condição estável será obtida em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais da circunvizinhança”.

Este equilíbrio ou estabilidade a ser buscada pela recuperação para a devolução da área degradada à sociedade, pode ser desmembrada em quatro vertentes: a) a estabilidade física, sendo que os processos atuantes na região recuperada deverão ser similares aos ocorridos no entorno; b) estabilidade química, não havendo reações que possam prejudicar a qualidade ambiental; c) estabilidade biológica, não sendo mais necessária a atuação humana para a sustentação da fauna e flora e; d) estabilidade antrópica, minimizando o impacto econômico gerado pelo fim da atividade (TAVEIRA, 2003).

Esta é a posição adotada pelo Decreto nº 97.632/1989, no qual se define que as atividades de recuperação terão por objetivo proporcionar o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente. Desta maneira, o conceito moderno de recuperação incorpora em seu objetivo as reflexões sobre o desenvolvimento sustentável abrindo a possibilidade de um amplo rol de alternativas de usos futuros, a serem implementadas na área explorada, como habitação, agricultura, comércio, indústria, disposição de resíduos, reflorestamento, recreação, conservação ambiental, dentre outras formas (BITAR, 2002).

Nesta perspectiva, o objetivo primordial das atividades de recuperação deve ser encarado como a estabilidade ou equilíbrio da área explorada em relação ao seu entorno, em consonância com as condições ambientais e culturais que a circundam (BITAR, 2002).

## **7 ATENUANTES DO DEVER DE RECUPERAÇÃO**

De outro modo, se visualiza na imposição da obrigação de recuperar a área degradada, a manifestação de vários princípios orientadores da regulação ambiental consagrados pela Constituição, quais sejam: o princípio do poluidor pagador, o princípio da cooperação e o princípio da prevenção.

Quanto ao primeiro princípio, de natureza econômica, sua incorporação é observada em virtude de se impor ao empreendedor minerário, a internalização de suas externalidades negativas, suportando, segundo as palavras de Derani (1997) “com os custos necessários à diminuição, eliminação ou neutralização” dos prejuízos provocados.

Com base no princípio da cooperação, o qual possui como implícita a ideia de que a preservação ambiental é de interesse comum de toda a coletividade, abre-se a possibilidade de participação da sociedade no processo de decisão, juntamente com o Poder Público e minerador, acerca dos impactos e da recuperação de áreas mineradas, possibilitando segundo Derani (1997), uma estabilidade no relacionamento entre liberdade individual e necessidades sociais.

Este aspecto pode ser observado diante da determinação de apresentação do plano de recuperação da área degradada juntamente com o Estudo de Impacto Ambiental (Decreto nº 97.632/1989), fazendo com que as atividades de

recuperação percorram todo o processo de participação pública que rege a análise de viabilidade ambiental dos empreendimentos.

Quanto ao princípio da prevenção, sua presença decorre do fato da recuperação ambiental ser considerada como um complemento necessário à obrigação de não degradar. Neste sentido, de acordo com Machado (2000) a recuperação da área degradada entrosa-se com o dever de não poluir, que atua de forma permanente na atividade, com implicação na execução da recuperação.

Este dever obriga ainda, que a atividade de recuperação seja realizada ao mesmo tempo em que se faz a exploração mineral, utilizando as melhores técnicas disponíveis, fazendo com que a recuperação não seja encarada como uma etapa isolada, a ser implementada somente em determinada época, mas sim, como um processo contínuo, integrado à exploração mineral, com início na fase de planejamento e término após o encerramento da lavra (BARRETO, 2001).

Deste modo, é o princípio da prevenção que fundamenta a realização do plano de recuperação anteriormente ao exercício da atividade, abrindo ensejo para que o Poder Público determine as medidas possíveis de mitigação e compensação dos impactos a serem gerados ao mesmo tempo em que permite que a reabilitação da área faça parte de todo o processo produtivo, criando para o agente econômico a preocupação em produzir o menor grau de prejuízo ao meio ambiente.

## **8 MECANISMOS DE GARANTIA DA RECUPERAÇÃO**

Comparando as políticas de recuperação de área mineradas em diferentes países, Bitar (2002) observa que os países desenvolvidos comumente preveem a existência de mecanismos institucionais com objetivo de garantir recursos financeiros para a execução dos projetos de recuperação, instrumento raramente encontrado em países em desenvolvimento.

Segundo Rezende (2000), esta ideia de instrumento econômico de controle ambiental para a recuperação das áreas degradadas funciona em esquema de garantia de performances, por intermédio de uma caução em dinheiro ou outra forma de garantia financeira, no qual os depósitos são devolvidos ao minerador de acordo com o atendimento do cronograma de execução do projeto de recuperação.

Não consagrando em sua legislação nenhum tipo de seguro ou garantia financeira para a recuperação de áreas degradadas, o Brasil acompanha esta tendência dos países em desenvolvimento, desprovendo o seu sistema de mecanismos que garantam a efetiva realização dos projetos. Desta maneira, uma eventual extinção ou insolvência das empresas após o término da exploração da jazida, período em que o empreendedor já não recebe os dividendos da mina, colocam em risco a concretização da recuperação das áreas, pois ao contrário, com a instituição de garantias financeiras, em situações de abandono, o Poder Público teria fundos para assegurar a recuperação.

Diante do exposto, pode-se vislumbrar que a mineração representa uma atividade econômica detentora de uma intrínseca e peculiar relação com o meio ambiente, haja vista não ser possível considerar uma jazida destacada do contexto ecológico onde ela se situa. As características e seu relacionamento com o meio ambiente conferem à exploração mineral um tratamento específico dado pela Constituição Federal, que ao estabelecer o dever de recuperar a área degradada, reconhece a importância da atividade e a necessidade de intervenção no ambiente para a viabilização da extração mineral.

Neste cenário, a Constituição, em seus dispositivos, permite a integração entre o exercício das atividades econômicas com a proteção do meio ambiente, unindo-as pelo elo comum da finalidade de melhoria da qualidade de vida, pois tanto a mineração, quanto a conservação ambiental, convergem seus objetivos para a satisfação e bem-estar da sociedade, sendo extremamente necessário alcançar-se mecanismos que permitam a harmonia e equilíbrio entre ambos.

Cabe às operações de recuperação, oferecer uma nova modalidade de uso para a área lavrada, respeitando os aspectos sócio ambientais que a circundam, gerando a estabilidade necessária para a devolução desta região para a sociedade.

## **9 REABILITAÇÃO COMO PRESSUPOSTO**

O programa de recuperação ambiental, também conhecido como de reabilitação ou de restauração, visam segundo o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (1990), “ (...) retornar o sítio degradado a uma forma de utilização do solo(...) e com condições mínimas de estabelecer um solo novo e uma nova paisagem”. Para Kopezinski (2000, p.22) a

restauração da área é algo impossível de se acontecer, pois restaurar significa uma ideia de reprodução das condições exatas do local, tais como eram antes de alteradas. A reabilitação parece ser a resposta mais próxima da realidade, porque reabilitação está ligada à idéia de uso e ocupação do solo ou a uma relativa profundidade, predefinida de acordo com um projeto de reutilização do local minerado. Dessa forma é de suma importância favorecer uma reabilitação de áreas degradadas no município, uma vez que feito isso, mudaria a paisagem degradante gerada pela atividade mineral, quando as minas são abandonada por não ter mais minerais necessários a comercialização.

A obrigação fundamental imposta aos titulares de concessões de lavra no Brasil, com relação ao fechamento das minas, é que eles promovam a reabilitação das áreas impactadas pelas atividades da mineração, de acordo com um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), previamente elaborado e aprovado pelo órgão governamental competente.

A exigência da apresentação obrigatória do PRAD fundamenta-se no princípio de que as áreas ambientalmente perturbadas pelas atividades de mineração devem ser devolvidas à comunidade ou ao proprietário superficiário nas condições desejáveis e apropriadas ao retorno do uso original do solo ou naquelas necessárias para a implantação de outro uso futuro, desde que escolhido por consenso entre as partes envolvidas e afetadas pela mineração.

O preceito legal estabelece que o PRAD deve considerar a solução técnica adequada, visualizada pela empresa de mineração, para reabilitar o solo, eventualmente degradado pela atividade de mineração, para uso futuro (IBRAM, 1992; DNPM, 2000). O plano aprovado pode ser revisto ou alterado, com a concordância do órgão ambiental competente para sua aprovação, para incorporar inovações tecnológicas ou outras ações alternativas que se mostrem mais adequadas ao processo de reabilitação, à medida que se desenvolvem as atividades de lavra e beneficiamento.

Conforme o Manual da Mineração, p 20 e 21 " Os processos de reabilitação e revegetação devem ser iniciados o mais cedo possível na fase operacional do empreendimento, possibilitando a realização de experimentos e a adoção das melhores técnicas ainda nesta fase do ciclo de vida".

No que se refere a reabilitação de áreas degradadas, a estabilidade de uma área reabilitada com uso de técnicas de revegetação para retorno a um

ecossistema natural somente pode ser confirmada através de monitoramento que atenda os seguintes parâmetros:

- verificação da eficiência dos sistemas de controle de erosão implantados (observar e avaliar presença ou ausência de erosão laminar e em sulcos);
- controle e monitoramento da fertilidade dos solos nos locais revegetados. Observar indicadores ecológicos de fertilidade (espécies invasoras e pedofauna) e viço da vegetação implantada;
- verificar se a vegetação implantada contemplou uma cobertura rápida dos solos através do consórcio de vegetação rasteira com vegetação arbustivo-arbórea, ambas em evolução;
- verificar a adequação das espécies escolhidas na revegetação, sua compatibilidade com a vegetação invasora e nativa regionais, bem como sua aptidão local (exemplo: um reflorestamento, com árvores de grande porte ou alto fuste, não se ajusta a uma paisagem originalmente formada por campo rupestre, campanhas, savanas, caatinga, etc);
- evolução do fechamento da cobertura vegetal implantada. Uma boa revegetação deve manter-se ao longo de toda sua evolução com fechamento da superfície do solo superior a 70%, desde a primeira brotação (plantas rasteiras);
- verificação de indicadores do incremento em biomassa da cobertura vegetal implantada;
- adequação da vegetação implantada aos usos futuros propostos;
- qualidade e quantidade de plantas invasoras e sua indicação ecológica em relação a sucessão natural;
- no caso de áreas hidromórficas ou alagadiças, remanescentes da mineração, verificar a pertinência, vitalidade e auto suficiência, dos sistemas de reabilitação implantados (exemplo: lagos, brejos, matas alagadas, campos hidromórficos, represamentos, etc), bem como sua proteção ciliar;
- considerando como uso futuro a conservação natural, avaliar a evolução da auto suficiência da vegetação implantada e do sistema natural a longo prazo;
- avaliação da necessidade de manejo e intervenções silviculturais".

## 10 ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO

Um aspecto fundamental na recuperação de áreas degradadas pela mineração é o conhecimento do solo ou do substrato destacando especialmente suas propriedades físicas, químicas, biológicas e mineralógicas que deverão apresentar condições adequadas para o desenvolvimento das plantas (FONTES, 1991). Gomes-Pompa e Wiechers (1979) apontam os estudos sobre solos como ponto relevante para a regeneração dos ecossistemas tropicais e subtropicais, devendo ser considerados para o melhor entendimento e planejamento dos processos ecológicos. Pode-se definir que a qualidade do solo é a capacidade de funcionar dentro dos limites do ecossistema; sustentar a produtividade biológica; manter a qualidade ambiental e promover a saúde vegetal e animal (DORAN *et al.*, 1996).

Considerando que a degradação topográfica da paisagem constitui uma das principais interferências da mineração no meio físico no qual ela se instala, surge, como ideia imediata, a necessidade de recuperação do solo ou de reabilitação das áreas já mineradas.

Para a realização dos trabalhos de prevenção, bem como para a minimização dos impactos ambientais, é necessário que se tenha um conhecimento perfeito de como a mineração atua nas suas diferentes etapas (desde a lavra até o beneficiamento), quais as formas de poluição ou degradação associadas a cada uma dessas etapas e como se apresentará o produto final da lavra.

Do ponto de vista de recuperação, é necessário que se conheçam as metas de planejamento regional e a vocação natural do solo para diferentes tipos de ocupação.

As substâncias minerais exploradas podem ser caracterizadas como material consolidado, que demanda o uso de explosivos, e material friável ou plástico, que permite uma exploração manual ou mecanizada. A configuração da paisagem poderá ou não facilitar os trabalhos posteriores de reabilitação.

## 11 PROJETO DE RECUPERAÇÃO

Apesar de a mineração ocasionar sérios danos ambientais, não existe no Brasil uma legislação específica, no sentido de obrigar os mineradores a fazer uma recuperação dos terrenos degradados pelas operações minerais. As exceções se devem a

alguns poucos exemplos dados por órgãos governamentais, proporcionando a implantação de áreas de lazer, e por raros empresários, objetivando, através da recuperação, um retorno lucrativo.

Um projeto de recuperação, além de considerar as características geológicas e topográficas da jazida, deve estar concordante com o tipo de ocupação destinada no local pelo zoneamento metropolitano.

### **11.1 TIPO DE RECUPERAÇÃO**

De acordo com as características da área a ser reabilitada e da destinação de uso do solo determinada pelo planejamento metropolitano, é possível estabelecer algumas opções para recuperação. Basicamente, as alternativas para projetos de recuperação são as seguintes:

- rearranjo da área para loteamentos urbanos;
- Aproveitamento da área para implantação de projetos industriais;
- Reaterro simples para desenvolvimento de atividades agrícolas;
- utilização das cavas resultantes da exploração mineral para depósito de rejeitos sólidos e aterros sanitários;
- projetos destinados a proporcionar áreas de lazer à comunidade: área verde, parques esportivos, lagos, anfiteatros, museus, etc.

O fato de não existirem duas jazidas iguais implica a impossibilidade de soluções padronizadas. Cada caso deve ser criteriosamente estudado, considerando todos os parâmetros envolvidos.

### **11.2 CUSTOS DE RECUPERAÇÃO**

Uma das maiores dificuldades, ao se tentar abordar os aspectos de custos de recuperação, está na ausência de uma tradição maior nesse setor. Sabe-se, entretanto, que os custos de recuperação serão sensivelmente reduzidos, quando, desde as fases iniciais de lavra, é estabelecido um projeto de recuperação final da área.

Baseando-se em estudos desenvolvidos em outros países, podem-se ressaltar alguns aspectos operacionais que influem nos custos de recuperação:

- Remoção e armazenamento da cobertura vegetal e da camada superficial do solo;
- Aterros, material de empréstimo, contenção de taludes, aplainamentos e cabamento final das frentes de lavra;
- Reposição da camada de solo fértil e revegetação.

Na análise da viabilidade econômica do aproveitamento de uma jazida devemos deixar bem claro os custos de controle ambiental:

“Sabemos que são expressivos, entretanto a recuperação das áreas e a sua reutilização, o aproveitamento dos resíduos e que medidas preventivas podem torná-los menos arenosos. Depósitos de resíduos em uma época podem ir a ser matérias-primas para geração seguinte” (IBRAM, 1987,p.14).

Importante ressaltar, que embora o custo do controle possa ser oneroso, existem retornos intangíveis efetivos que podem vir a justificar um investimento. Embora não foi detectado nenhum tipo de reaproveitamento ou reutilização de áreas degradadas.

## **12 MEDIDAS DE CONTROLE**

Visto também como alternativa, seria um programa de minimização de resíduos e reciclagem, onde afirma Parizotto (1995,p.45) a utilização de resíduos e a reciclagem de insumos e produtos exigem das empresas um planejamento criterioso do processo produtivo, criatividade para resolver os problemas gerados pelos resíduos, mudanças de atitudes administrativas, investimentos em equipamentos e em tecnologia, e o mais importante: um desejo real de enfrentar e resolver os problemas causados pela produção, uso e deposição final de seus produtos.

A política de meio ambiente compreende a declaração pública das intenções e princípios gerais de ação de uma organização no que concerne aos efeitos ambientais de suas atividades, bem como os seus objetivos e metas para sua atuação:

“Os valores e princípios da empresa e da sociedade em relação ao meio ambiente; o comprometimento e as responsabilidades de todos; planejar a longo prazo, dando continuidade as suas ações ambientais; otimizar a alocação orçamentária e dar ênfase a uma organização institucional e não individual; agir de forma ordenada e imediata em casos de emergência; identificar e selecionar aqueles aspectos dos processos de controle ambiental e do meio ambiente que necessitem de pesquisa ou de detalhamento” (PARIZOTTO,1995,p.53).

Do ponto de vista da empresa, existe uma tendência de ver os Impactos causados pela mineração unicamente sob as formas de poluição que são objeto de regulamentação pelo poder público, que estabelece padrões ambientais: poluição do ar e das águas, vibrações e ruídos. ( SÁNCHEZ apud

FARIAS,1994,p.12). De acordo com o autor supracitado, é necessário que o empreendedor informe-se sobre as expectativas, anseios e preocupações da comunidade, do governo – nos três níveis – do corpo técnico e dos funcionários da empresas, isto é das partes envolvidas e não só daquelas do acionista principal.

A grande questão em administrar esses conflitos entre os diferentes agentes e interesses envolvidos, sem que não deixe de explorar os minerais, deve partir de acordos que levem em conta, o interesse das empresas do ramo mineral, e principalmente os dos pequenos mineradores, bem como da população local como um todo. Nesse sentido, entende-se que o principal responsável dessa problemática é o Estado. Onde foi estabelecido na Constituição Federal de 1988, que os recursos minerais são bens da União e que o mesmo é o regulador.

O problema ambiental pode ser visto com responsabilidade de todos, mas com um olhar mais peculiar para as empresas de mineração inseridas no processo, sendo que devem se tomadas medidas atenuantes em relação e recuperação dessas áreas em conjunto com a comunidade local, uma vez que essas empresas deve se prevalecer das atribuições dadas às áreas, saindo como maior beneficiária.

Segundo Parizotto (1995), (...) “ a educação ambiental tem como principal objetivo a sensibilização, conscientização e mobilidade de todas as camadas da população para a conservação e preservação ambiental”.

Nesse caso, as ações das empresas devem integrar-se às da comunidade local, de modo à contribuição para uma educação ambiental de todos. Buscando uma maior integração com a comunidade, utilizando visitas as suas instalações, palestra em escolas e de promoções e eventos ligados ao tema meio ambiente, como também atividades de educação e conscientização às famílias dos seus funcionários. Procedimentos mais simples podem ser adotados, através dessas políticas de meio ambiente. Dessa forma, os danos ambientais nas diversas etapas do empreendimento minerador podem ser consertados ou amenizados.

A mineração é sem dúvida a atividade indispensável à sobrevivência do homem moderno, dada a importância assumida pelos bens minerais em praticamente todas as atividades humanas:

(...), a atividade mineral é também um desafio para os organismos ambientais, pois caracteriza-se como setor que mais demanda pedidos de

licenciamento ambiental na maioria dos Estados Brasileiros. ( MANUAL DE IMPACTOS AMBIENTAIS, Banco do Nordeste,1999, p.201)

### **13 PARTICIPAÇÃO DA COMUNIDADE**

Pode ser definida como política racional dos recursos naturais, buscando o desenvolvimento sustentável de uma organização que propõe, além da oportunidade de reverter os custos ecológicos e sociais da crise econômica, a possibilidade de integrar a população marginalizada, num processo de produção para satisfazer suas necessidades fundamentais, aproveitando o potencial ecológico de seus recursos ambientais e respeitando suas identidades coletivas.

Segundo vários autores quando citam o debate sobre as estratégias de gestão ambiental participativa, afirmam que estamos vivendo uma grande “nebulosa crise ambiental”, com variadas concepções e práticas caminhando juntas, sem reflexão sobre seus objetivos e muito menos sobre sua efetividade. Estas concepções e práticas de gestão são decorrentes de embates mais amplos dentro do "movimento ambientalista" sobre a "questão ambiental", a "ciência ambiental" e, conseqüentemente, das estratégias de "gestão ambiental".

Para incorporar novos valores sociais, a gestão na mineração deve Pautar-se nos princípios da gestão participativa. Trata-se de promover o crescimento da consciência ambiental, expandindo a possibilidade de a população participar em um nível mais alto no processo decisório, como uma forma de fortalecer sua corresponsabilidade na fiscalização e no controle dos agentes de degradação ambiental (Sorrentino et al., 2005).

Esse processo deve ser sedimentando na consciência do dever de cada um para com o meio ambiente. Desse modo, uma solução compartilhada e de compromisso deve ser buscada. O poder público deve estabelecer limites máximos de comprometimento dos recursos naturais e delegar a população e usuários à decisão sobre a forma correta de sua utilização.

Os municípios devem assumir os estímulos e os subsídios através das secretarias municipais, mobilizando o maior número possível de pessoas, promovendo programas de educação ambiental e de extensão, no tema, gestão participativa na mineração na interdependência da sociedade com os mesmos. A utilização pelos dirigentes políticos dos grupos de ligação (grupos organizados,

sócio-profissionais e sociais), deve permitir que a comunidade venha a conduzir práticas educativas de manejo ambiental, na maneira cultural, social e organizacional de seu próprio convívio. Esta mobilização deve informar e formar educadores que possam assumir um processo continuado de formação de outros educadores ambientais.

Diversas experiências, principalmente das administrações municipais, mostram que, havendo vontade política, é possível viabilizar ações governamentais pautadas pela adoção dos princípios de sustentabilidade ambiental (Jacobi, 2003).

Segundo Avelar (2004), o engajamento e a participação da sociedade na busca pela gestão ambiental na mineração deverão atingir os estágios de participação e cogestão. Para tanto, devem ser criados mecanismos eficazes de transmissão do conhecimento, que informem, comuniquem e eduquem a população, de modo a estabelecer as bases para o seu engajamento no processo decisório. Esse mecanismo de democracia direta deve permitir aos cidadãos deliberar diretamente sobre as questões ambientais, fiscalizando e dando mais entrosamento e eficácia à ação do poder público. Porém o mesmo deve ocorrer ao longo de todo o processo de materialização das ações de manejo.

## **14 CONCLUSÃO**

A mineração é atividade essencial, que não deixa de causar danos ao meio ambiente, conseqüentemente reconhecida por algumas pessoas como negativa, por causar impactos ao meio ambiente e acidentes ao longo dos tempos, outro fator justificado pelos que detêm posicionamento contrário, é que os recursos minerais explorados são finitos. Atentos aos impactos, acidentes e ainda ao aspecto finito dos minerais, notamos que a extração mineral, que acontece desde os tempos de colônia, deve continuar a ser consentida, licenciada, outorgada, por ser imprescindível para o progresso das sociedades humanas, devidamente legalizada, com responsabilidade social, em patamar de igualdade, o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental.

A exploração mineral é dotada de especificidades e essencialidade, portanto, precisa estar pautada em bases sustentáveis, de adequada atualização do seu arcabouço jurídico, com a incorporação de regras estáveis que possibilitem a

obtenção dos objetivos do minerador, o desenvolvimento sustentável do País e a proteção do Meio Ambiente.

Assim entendemos que a mineração constitui um dos principais fatores antrópicos de degradação ambiental, devido às grandes modificações na estrutura física, química e biológica que provoca no solo, além de alterações significativas no ar e nos recursos hídricos. O estresse ambiental torna difícil a recuperação do sistema. Uma alternativa de recuperação a curto prazo é a revegetação, plantio de espécies arbóreas e arbustivas. A revegetação de áreas mineradas objetiva acelerar o processo de regeneração natural.

## 15 REFERÊNCIAS

<http://oglobo.globo.com/sociedade/susten-tabilidade/mineracao-ameaca-20-das-areas-de-protecao>

Sánchez, Luis Henrique. Avaliação de Impacto Ambiental. conceitos e métodos. 2.ed. atualizada e ampliada, São Paulo, 2013.

<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00001669.pdf>

[veja.abril.com.br/blog/ricardo-setti/politica-cia/a-nova-corrída-do-ouro-em-serra-pelada-sem-as-tensoes-o-sofrimento](http://veja.abril.com.br/blog/ricardo-setti/politica-cia/a-nova-corrída-do-ouro-em-serra-pelada-sem-as-tensoes-o-sofrimento)

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid= Rem: Revista Escola de Minas>

ALMEIDA, H. Mariano de. *Mineração e Meio Ambiente na Constituição Federal*. São Paulo: LTR, 1999.

ANTUNES, P. de Bessa. *Direito Ambiental*. 6.ed., Rio de Janeiro: Lúmen Júris, 2002.

BARRETO, Maria Laura. *Mineração e Desenvolvimento Sustentável: Desafios para o Brasil*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.

BARROSO, L. Roberto. A proteção do meio ambiente na Constituição Brasileira. *Revista Forense*, Rio de Janeiro: Forense, v.88, n.317, jan./mar. 1992.

BITAR, Omar Yazbek. *Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo*. Tese de Doutorado em Engenharia Mineral. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

BITAR, Osmar Yazbek. Recuperación de áreas degradadas por la minería en regiones urbanas. In: UNESCO. *II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental*. Montevideo: UNESCO, 2002, v.1.

- HERRMANN, Hildebrando. *Mineração e Meio Ambiente: Metamorfoses Jurídico-Institucionais*. Tese de Doutorado em Geociências. Universidade Estadual de São Paulo. Rio Claro, 1995.
- KOPEZINSKI, Isaac. *Mineração X Meio Ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores*. Porto Alegre: UFRGS, 2000.
- MACHADO, P. A. L. *Direito Ambiental Brasileiro*. 7.ed., São Paulo: Malheiros, 2000.
- MILARÈ, Edis. *Direito do Ambiente*. São Paulo: RT, 2001.
- OLIVEIRA JR, J. Batista. *Desativação de empreendimentos mineiros: estratégias para diminuir o passivo ambiental*. Tese de Doutorado em Engenharia Mineral. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.
- PAYÀ, F. Horacio. Actividad minera y contaminación ambiental. In: FUNDACION AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. *Consideraciones de un regimen juridico ambiental para la mineria em la Argentina*. Buenos Aires: FARN, 1995.
- REZENDE, M. Lobo. Financial assurance for mine reclamation and the closure plans. In: BARRETO, M. Laura; VILLAS BOAS, Roberto C. (Orgs). *Mine Closure in Iberoamerican*. Rio de Janeiro: CYTED/IMAAC/UNIDO, 2000.
- ROBERTS, Stephen; VEIGA, Marcello; PEITER, Carlos; SIROTHEAU, Glória; BARRETO, M. Laura e EZEQUIEL, Gilson. Filling the void: the changing face of mine reclamation in the Américas. In: VILAS BÔAS, Roberto C. e BARRETO, M. Laura. (coord.). *Mine closure in Iberoamerican*. Rio de Janeiro: CYTED, 2000.
- SANCHEZ, L. Enrique. Impactos sobre los ecosistemas. In: UNESCO. *II Curso TAVEIRA, A. L. Silva. Provisão de recursos financeiros para o fechamento de empreendimentos mineiros*. São Paulo (SP): EP/USP, 2003. Tese de Doutorado em Engenharia de Minas, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2003.
- WILLIAMS, D. Duane; BUGIN, Alexandre; REIS, Jorge L. B. Cunha. *Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração*. Brasília: IBAMA, 1990.
- ZENTENO, P. Gonzalez. *Tratamiento normativo de la fase minera post operacional em los paises mineros latinoamericanos y la planificacion del cierre*. Montevideo: IIPM/IDRC, 1999.