



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**RECUPERAÇÃO DE UMA ÁREA DEGRADADA POR  
MINERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PINDAMONHANGABA**

**FELIPE DE CAMPOS ALMEIDA ANTUNES VIEIRA**

Pará  
2012



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS**

**Felipe de Campos Almeida Antunes Vieira**

*Sob a Orientação do Professor*  
***Osvail André Quaglio***

*e Co-orientação da Engenheira Sanitarista e Ambiental*  
***Daniele de Paula Cortez***

Trabalho Final de Graduação submetido ao Departamento de Engenharia Minas como requisito para obtenção da Especialização em Lavra e Tecnologia Mineral, na Universidade Federal do Pará

Pará - 2012

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais Antonio Alberto e Carmen Silvia,  
Sem os quais não chegaria até aqui

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, que esteve presente em todos os momentos difíceis e me mostrou o caminho a ser seguido.

Aos meus pais que são os pilares de todas as conquistas de minha vida, os quais sempre estiveram presentes nesta jornada e que são um verdadeiro exemplo a ser seguido.

Ao professor mestre Osvail André Qualglio, meu orientador e a Engenheira Sanitarista e Ambiental Daniele de Paula Cortez, co-orientadora, pelo auxílio imprescindível para a elaboração deste trabalho.

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Classificação dos impactos ocorridos na área	21
Tabela 2: Área da ocupação do solo ao início da extração	30
Tabela 3: Área da ocupação do solo ao final da extração	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização da cidade de Pindamonhangaba no Brasil _____	13
Figura 2: Localização da cidade de Pindamonhangaba no Estado de São Paulo _____	13
Figura 3: Vista aérea da localização da área à margem esquerda do Rio Paraíba do Sul _____	14
Figura 4: Representação do modelo de comportamento meandrante de rio _____	17
Figura 5: Representação da distribuição em quincôncio _____	25

## **Recuperação de uma área degradada por mineração no município de Pindamonhangaba**

Autor: Felipe de Campos Almeida Antunes Vieira

Orientador: Prof. Msc. Osvald André Quaglio

### **RESUMO**

A exploração mineral, apesar de ser considerada uma atividade que causa grande impacto ambiental, é praticada pelo homem há muito tempo devido sua grande importância socioeconômica. O projeto de recuperação de determinada área degradada por mineração, pode ser definido como o conjunto de ações necessárias para mitigar os impactos ocorridos na área, de modo a compensar a perda ocorrida e tornar a área apta para uso produtivo em condições de equilíbrio ambiental. O presente trabalho retrata a recuperação de uma área degradada por mineração, e parâmetros para um processo de custo-benefício favorável, que atenda às necessidades do homem e minimize os impactos ambientais. Através da correta recuperação da área é possível obterem-se resultados favoráveis que tornam a atividade de extração compensatória, atendendo assim às necessidades dos aspectos ambientais e socioeconômicos.

Palavras-chave: Exploração mineral. Impacto ambiental. Recuperação.

## **Recovery of an area degraded by mining in the city of Pindamonhangaba**

Author: Felipe de Campos Almeida Antunes Vieira

Adviser: Prof. Msc. Osvaldo André Quaglio

### **ABSTRACT**

Mineral exploration, despite being considered an activity that causes large environmental impact, is practiced by humans for a long time because of its great socioeconomic importance. The recovery project given area degraded by mining, can be defined as the set of actions necessary to mitigate the impacts occurring in the area, in order to compensate the loss incurred and make the area suitable for productive use in a balanced environment. This work shows the recovery of an area degraded by mining, and process parameters for a favorable cost-benefit, that meets the needs of man and minimize environmental impacts. By right of recovery area is possible to obtain favorable results that make compensatory extraction activity, thus meeting the needs of environmental and socioeconomic factors.

Key-words: Mineral exploration. Environmental impact. Recovery.

## SUMÁRIO

<b>1 Introdução</b> .....	1
<b>2 Objetivo</b> .....	3
2.1 Geral.....	3
2.2 Específico.....	3
<b>3 Revisão Bibliográfica</b> .....	17
3.1 Histórico .....	17
3.2 Conceitos Aplicados à Recuperação de Áreas Degradadas.....	18
3.2.1 Áreas Degradadas.....	18
3.2.2 Sucessão Ecológica.....	19
3.2.3 Reabilitação, Restauração e Recuperação.....	20
3.2.4 Responsabilidades na Recuperação de Áreas Degradadas.....	21
3.3 Mineração e Meio Ambiente no Brasil .....	21
3.3.1 Mineração Brasileira – Aspectos Jurídicos.....	22
3.4 Planejamento de Recuperação de Áreas Mineradas.....	24
<b>4 Material e Métodos</b> .....	25
4.1 Localização e Caracterização da Área em Estudo.....	25
4.1.1 Geomorfologia Regional.....	27
4.1.2 Geomorfologia Local.....	28
4.1.3 Geologia Regional.....	29
4.1.4 Geologia Local.....	29
4.1.5 Vegetação, APPs e Fauna.....	31
4.1.6 Hidrografia.....	31
4.1.7 Clima.....	31
4.2 Métodos.....	31
4.2.1 Meio Utilizados.....	31
4.2.2 Critérios Seguidos.....	31
<b>5 Resultados e Discussão</b> .....	32
5.1 Avaliação da Recuperação da Área em Estudo.....	31
5.1.1 Impactos Ocorridos na Área.....	31
5.1.2 Atividades de Recuperação.....	31
5.1.3 Métodos Prévios Aplicados na Recuperação.....	31
5.1.3.1 Locações Topográficas.....	31
5.1.3.2 Construção de Cercas.....	31
5.1.3.3 Época de Plantio.....	31
5.1.4 Preparo do Solo.....	31
5.1.4.1 Aplicação da Camada de Solo Orgânico.....	31

5.1.4.2 Combate a Formigas Cortadeiras e Cupins.....	31
5.1.4.3 Correção de PH.....	31
5.1.4.4 Alinhamento e Marcação Manual.....	31
5.1.4.5 Coveamento Manual.....	31
5.1.4.6 Preparo do Solo das Covas.....	31
5.1.5 Obtenção das Mudas.....	31
5.1.5.1 Distribuição das Mudas.....	31
5.1.5.2 Plantio Florestal.....	31
5.1.6 Tratos Culturais de Manutenção.....	31
5.1.6.1 Adubação de Cobertura.....	31
5.1.6.2 Irrigação.....	31
5.1.6.3 Reforma do Coroamento.....	31
5.1.6.4 Replante Florestal.....	31
5.1.6.5 Roçada Manual.....	31
5.1.6.6 Aplicação de Herbicidas.....	31
5.1.6.7 Manutenção do Combate a Formigas Cortadeiras e Cupins.....	31
5.1.6.8 Monitoramento e Controle de Fungos, Bactérias e Insetos.....	31
5.2 Discussão.....	31
<b>6 Conclusão.....</b>	<b>33</b>
<b>7 Referências .....</b>	<b>34</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>35</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade minerária é uma das atividades humanas que mais contribui para a alteração da superfície terrestre, provocando impactos sobre o solo, bem como impactos sobre a água e o ar (particulados em suspensão), portanto todas as fases do processo minerário devem ser planejadas e supervisionadas por um profissional da área ambiental, com objetivo de mitigar os impactos causados durante a extração e após a desativação da mina.

Na várzea do Rio Paraíba do Sul, a extração de areia corresponde à cerca de 5% da produção nacional e 25% da produção de areia do Estado de São Paulo. Existem hoje, no trecho que engloba as várzeas do Rio Paraíba do Sul entre Jacareí e Pindamonhangaba, uma área de 17,3 milhões de metros quadrados de áreas utilizadas para extração de areia, sendo a cidade de Pindamonhangaba uma grande contribuinte para tal resultado.

Na Região do Vale do Paraíba, o método de extração de areia mais utilizado é o de Cavas Submersas, sistema este considerado maior causador de danos ambientais, o que tem gerado muita discussão não apenas na comunidade científica, mas também em toda a sociedade, pois além de causar a degradação, há também a geração de lagoas resultantes do processo de extração ao final da atividade

Encontrar uma destinação economicamente e socialmente apropriada para as antigas áreas de mineração tem sido um grande desafio. No trecho paulista do Vale do Paraíba, devido à proximidade ao grande centro consumidor, há décadas se explora a areia, principalmente para abastecer a construção civil, aumentando assim os números de lagos resultantes da extração de areia. Porém, este problema não é exclusividade do Vale do Paraíba, pois em outras regiões são observadas as mesmas preocupações.

A utilização futura das cavas de areia está prevista na Resolução da Secretaria do Meio Ambiente n° 28 de 1999, que estabeleceu o Zoneamento Ambiental Minerário do Vale do Paraíba, no trecho entre Jacareí e Pindamonhangaba, onde seu artigo 14° cita que os municípios

poderão propor a definição do uso futuro das áreas a serem recuperadas pelo empreendedor após a extração mineral.

A idéia principal desse estudo é apresentar a relação sócio-econômica da atividade minerária e demonstrar alternativas pós-mineração das áreas dos empreendimentos de extração de areia que se encontram no município de Pindamonhangaba.

Portanto, foi realizado um estudo de caso de um empreendimento minerário, localizado no município de Pindamonhangaba, e avaliada sua alternativa pós-mineração. Alguns indicadores foram utilizados para avaliar os resultados de recuperação da área em estudo, como aspectos socioeconômicos da área de pós-mineração e de seu entorno, aspecto paisagístico, e aspectos físicos e biológicos de todo o ambiente recuperado.

## **2. OBJETIVO(S)**

### **2.1 Geral**

Esta pesquisa tem como objetivo demonstrar a recuperação de uma área degradada por mineração, localizada no município de Pindamonhangaba, visando um planejamento sustentável, que contribua para um processo de custo-benefício favorável, demonstrando a integração mineração e meio ambiente.

### **2.2 Específicos**

Explicar a mineração de areia na área de estudo

- Explicar o funcionamento e o processo de recuperação de áreas degradadas;
- Contribuir para tornar a prática de recuperação mais frequente.

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 Histórico**

Na década de 30, com a reorganização do Estado brasileiro promovida por Getúlio Vargas e o início de um processo mais intenso de industrialização, a principal preocupação referente à política ambiental brasileira era racionalizar o uso e a exploração dos recursos naturais, e isso se deu mediante políticas públicas setoriais que exerciam a função de regulamentar o acesso e a apropriação desses recursos.

Com toda essa preocupação, surgiram então, mais precisamente no ano de 1934 o Código de Águas, Código Florestal e o Código de Minas, instrumentos legais que seriam responsáveis por essa regulamentação dos recursos naturais.

Em junho de 1972, com a participação na grande conferência da Organização das Nações Unidas – ONU, em Estocolmo, sobre o desenvolvimento sustentável, o governo brasileiro percebeu a verdadeira importância da conservação da natureza, portanto ficou claro que qualquer empreendimento que não tratasse o meio ambiente como uma variável significativa era um negócio não produtivo, por esse motivo, em 1973 ocorreu a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente – SEMA.

Através da Lei nº.6.938/81, instituiu-se em 1981 a Política Nacional do Meio Ambiente, responsável pela criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que representou um grande avanço para o exercício de funções deliberativas e consultivas em matéria de política ambiental. Porém, foi através da realização da Conferência de Meio Ambiente, no Rio de Janeiro – Rio 92, que as questões ambientais tornaram-se mais sucintas, após a definição da AGENDA 21, que estabeleceu conceitos e metas, promovendo um melhor entendimento conceitual sobre o desenvolvimento sustentável e suas relações com a conservação da biodiversidade, mudanças

climáticas, bem como a correta utilização de recursos naturais no sentido de se aprimorar técnicas sobre a recuperação de áreas degradadas.

## **3.2 Conceitos aplicados à Recuperação de Áreas Degradadas**

### **3.2.1 Áreas Degradadas**

Em termos gerais, qualquer alteração causada pelo homem no ambiente gera, em última análise, algum tipo de degradação ambiental. O Guia de Recuperação de Áreas Degradadas, publicado pela SABESP, (2003, p. 4) define degradação ambiental como sendo “as modificações impostas pela sociedade aos ecossistemas naturais, alterando as suas características físicas, químicas e biológicas, comprometendo assim, a qualidade de vida dos seres humanos.”

Segundo Reichman Neto (1993) área degradada é aquela que sofreu alteração de suas características originais, em função de causas naturais ou pela ação do homem.

Para Brown & Lugo (1994) as áreas degradadas são aquelas que não mais possuem a capacidade de repor as perdas de material orgânica do solo, nutrientes, biomassa e estoque de propágulos.

Em “Meio Ambiente: Aplicando a Lei”, Neves e Tostes (1992, p. 20) colocam a seguinte definição para o ato de degradar: “Degradar é deteriorar, estragar. É o processo de transformação do meio ambiente que leva à perda de suas características positivas e até a sua extinção”. Os autores lembram que, ao longo do tempo, tanto aqueles que exercem atividades econômicas, quanto o Poder Público, têm provocado degradação ambiental.

Segundo Chagas (2007) as ações antrópicas podem levar um ecossistema a um estado de perturbação, ou seja, a área pode sofrer certo distúrbio e manter ainda a possibilidade de regenerar-se naturalmente ou estabilizar-se em outra condição, dinamicamente estável. Neste caso denomina-se área perturbada. Quando o distúrbio é pequeno, a intervenção para recuperação pode consistir em apenas iniciar o processo de sucessão. Entretanto, o impacto pode impedir ou restringir drasticamente a capacidade do ambiente de retornar ao estado original, ou ao ponto de equilíbrio pelos meios naturais, ou seja, reduz sua resiliência. Neste caso denomina-se área degradada.

Já Luis Enrique Sánchez (Desengenharia, 2001, p. 82) define a degradação do solo, como um termo mais amplo do que poluição, englobando: “a perda de material devido à erosão ou a movimento de massa, o acúmulo de matéria alóctone recobrando o solo, a alteração negativa de

suas propriedades físicas, tais como sua estrutura ou grau de compactidade, a alteração das características químicas, a morte ou alteração das comunidades de organismos vivos do solo”. Todos esses tipos de degradação levantados por Sánchez, podem ser intensificados no caso de desflorestamento de áreas de preservação permanente, o que já justificaria a importância de recuperar, o mais rápido possível, a vegetação original dessas áreas.

### **3.2.2 Sucessão Ecológica**

A sucessão é um processo ecológico caracterizado por substituições que ocorrem em um ecossistema depois de uma perturbação natural ou antrópica, que pode ser entendida também como um mecanismo pelo qual o ambiente se auto-renova, através da “cicatrização” de locais perturbados (GÓMEZ-POMPA, 1971). É o processo natural pelo qual os ecossistemas se recuperam de distúrbios e, portanto, é fundamental compreender como ocorre o fenômeno em determinadas áreas que se deseja estudar. Durante este processo o ambiente se modifica, como por exemplo, a disponibilidade de recursos de luz, a composição de espécies da comunidade, a umidade e nutrientes (ENGEL & PARROTA, 2003).

Na exploração das variáveis que ocorrem após o distúrbio, pesquisas mostram que o ambiente se organiza lentamente através de um processo de sucessão ecológica, que se caracteriza principalmente por um gradual aumento e substituição de espécies no curso do tempo e uma ampliação da complexidade do ecossistema. A sucessão não deve ser entendida como uma simples substituição de espécies no tempo, mas como uma substituição de grupos ecológicos das espécies ou categorias sucessionais (RODRIGUES e GANDOLFI, 2001).

A sucessão é um processo que envolve mudanças na estrutura de espécies e nos processos da comunidade ao longo do tempo. Resulta da modificação do ambiente físico pela comunidade e de interações de competição e coexistência em nível de população, ou seja, a sucessão é controlada pela comunidade, muito embora o ambiente físico determine o padrão e a velocidade das mudanças (ODUM, 1997)

### **3.2.3 Reabilitação, Restauração e Recuperação**

Refere-se a Reabilitação, Restauração e Recuperação da área pós-minerada como a recriação, de acordo com o possível, da topografia original, e um restabelecimento da utilização do solo.

Os conceitos utilizados para se referir às correções de problemas existentes em áreas degradadas são muitos, sendo os termos mais usados, reabilitação, restauração e recuperação. Sendo todos eles distintos, porém muitas vezes, utilizados para caracterizar a mesma situação.

A ABNT de 1989 estabeleceu que Reabilitação refere-se ao conjunto de técnicas, utilizadas para que a área perturbada seja adequada a novos usos, admitindo-se que esses novos usos possam ser comerciais, habitacionais, industriais, agrícola, conservação ambiental, recreativo, lazer, cultural, entre outros. Já o termo Restauração é definido como uma técnica que consegue reproduzir condições existentes na área antes de sua perturbação, e por fim, são denominadas Recuperação, as atividades que criam condições para que a área perturbada, ou mesmo natural seja adequada a novos usos.

Infelizmente, a total restauração da área degradada pela mineração é bastante improvável, principalmente pelo grande volume de material retirado, alterando significativamente a topografia local. Na retirada de substâncias minerais como a areia, brita, entre outros, a restauração da área fica muito comprometida principalmente quanto à recomposição da paisagem local, voltando assim os projetos ambientais, à estabilização das áreas e à sua reabilitação, no sentido de conferir outros usos para as áreas degradadas.

Segundo Sanches (1995, apud Dias, 2001), recuperar uma área significa encontrar um outro uso produtivo para ela, que pode ser igual ou diferente ao uso de pré-mineração, devendo apresentar um equilíbrio dinâmico com a circunvizinhança.

Segundo Willians et al., (1990), recuperação de uma área degradada por mineração significa que o sitio degradado será retornado a uma forma de utilização de acordo com um plano preestabelecido para uso do solo, que uma situação de estabilidade será obtida em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais, o ultimo, em relação ao entorno da área.

Diversos autores enfatizam em termos de recuperação de área degradada, o equilíbrio dinâmico do meio a ser recuperado. Esse equilíbrio baseia-se em três fatores: físicos, químicos e biológicos, sendo que, os fatores biológicos se aplicam mais às áreas rurais.

Deve-se considerar também que a recuperação de área degradada em regiões urbanas compreende a rápida estabilização e equilíbrio do ambiente degradado, devido aos riscos de degradação urbana acelerada que estão sujeitas às áreas abandonadas. Para isso, o uso pós mineração proposto deve estar em conformidade com as condições ambientais e culturais do entorno e , ainda, ser produtivo e potencialmente sustentável.

### **3.2.4 Responsabilidades na Recuperação de Áreas Degradadas**

O empreendedor é o principal responsável pela execução da recuperação da área degradada, sendo que o poder público municipal deve participar do processo com o intuito de assegurar a compatibilidade entre a futura utilização da área e as características ambientais e socioeconômicas do município.

Segundo Freire (2000. Apud Nunes, 2006), o empreendedor deve tomar ações preventivas para minimizar os impactos ambientais e os conflitos, entre a área e seu entorno. Como por exemplo pode citar-se a criação de uma zona de transição entre a atividade mineral e as áreas circunvizinhadas, como a seguir:

- a) Compra de áreas no entorno do empreendimento;
- b) Bom relacionamento de vizinhança com os proprietários das terras vizinhas ao empreendimento;
- c) Arrendamento de áreas no entorno do empreendimento para serem utilizadas em atividades que possam conviver com a atividade de mineração;
- d) Planejamento das operações de lavra e de beneficiamento de acordo com as disposições legais que regulam o uso e ocupação do solo na região.

A Resolução SMA 42 cita como responsabilidade do minerário a apresentação de um termo de responsabilidade pela recuperação da área, estando o proprietário da mesma em total acordo com a futura utilização da área.

### **3.3 Mineração e meio ambiente no Brasil**

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.

A História do Brasil tem íntima relação com a busca e o aproveitamento dos seus recursos minerais, que sempre contribuíram com importantes insumos para a economia nacional, fazendo parte da ocupação territorial e da história nacional.

O subsolo brasileiro possui importantes depósitos minerais. Partes dessas reservas são consideradas expressivas quando relacionadas mundialmente. O Brasil produz cerca de 70 substâncias, sendo 21 dos grupos de minerais metálicos, 45 dos não-metálicos e quatro dos energéticos.

O perfil do setor mineral brasileiro é composto por 95% de pequenas e médias minerações. Segundo a Revista *Minérios & Minerales*, 1999, os dados obtidos nas concessões de lavra demonstram que as minas no Brasil estão distribuídas regionalmente com 4% no norte, 8% no centro-oeste, 13% no nordeste, 21% no sul e 54% no sudeste. Estima-se que em 1992 existiam em torno de 16.528 pequenas empresas, com produção mineral de US\$ 1,98 bilhões, em geral atuando em regiões metropolitanas na extração de material para construção civil. (Barreto, op. cit.).

Entretanto, o cálculo do número de empreendimentos de pequeno porte é uma empreitada complexa devido ao grande número de empresas que produzem na informalidade, aliada a paralisações freqüentes das atividades, que distorcem as estatísticas.

No Brasil, a mineração, de um modo geral, está submetida a um conjunto de regulamentações, onde os três níveis de poder estatal possuem atribuições com relação à mineração e o meio ambiente.

### **3.3.1 Mineração Brasileira – Aspectos Jurídicos**

A Lei nº 6938 de 1981 define o meio ambiente como sendo o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordens física, química e, biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas, e cita termos ligados à mineração como a recuperação de áreas degradadas e o princípio do poluidor pagador, porém não fornece a definição e outros termos relacionados.

Sendo a mineração e o meio ambiente dois aspectos importantes da legislação e economia brasileira, não se pode tratá-los como independentes, na prática, é imprescindível que haja uma

relação de subordinação da mineração para com o meio ambiente, destacando-se a relação de impactos produzidos pela mineração.

De acordo com Nunes (2006), a mineração é uma atividade que pode provocar muitas formas de degradação ambiental, isolada ou conjuntamente. Tendo em vista os danos provocados pela atividade mineradora, a constituição federal de 1988 incluiu no capítulo dedicado ao meio ambiente um dispositivo que prevê a obrigação daquele que explora recursos minerais de recuperar o meio degradado.

O SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente) foi constituído pela Lei nº 6938 de 1981, e possui uma estrutura complexa que envolve órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios. Pode-se citar a estrutura do SISNAMA da seguinte forma:

- a) Órgão Superior: Conselho do Governo;
- b) Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA);
- c) Ministério do Meio Ambiente;
- d) Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA);
- e) Órgãos ou entidades da Administração Pública Federal direta ou indireta, as fundações instituídas pelo Poder Público cujas atividades estejam associadas à proteção da qualidade ambiental, bem como os órgãos e entidades estaduais responsáveis pela execução de programas e projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental. No Estado de São Paulo temos a CETESB;

f) órgãos ou entidades municipais responsáveis pelo controle e fiscalização.

Em relação à regulamentação da mineração no Brasil, destaca-se o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), vinculado ao Ministério de Minas e Energia (MME).

O DNPM foi criado através do Decreto nº 23979, de 08 de março de 1934 e a portaria nº 1451 de 20 de outubro de 1977 determinou como sua finalidade o planejamento, coordenação, execução dos estudos geológicos em todo o território nacional, bem como a supervisão, fiscalização e o controle da exploração de recursos minerais no País.

Segundo Nunes (2006), o DNPM antes da criação do SISNAMA já desempenhava importante função de natureza ambiental, uma vez que àquele cabia a tarefa de supervisionar, fiscalizar e controlar todas as atividades concernentes à mineração, ao comércio e industrialização de matérias-primas minerais, nos limites estabelecidos em lei.

Juntamente com uma evolução da preocupação com a questão ambiental o DNPM incorporou ao seu objetivo, questões como o uso racional dos recursos minerais, a fiscalização e a edição de novas normas visando à proteção do meio ambiente, bem como a preservação da qualidade do meio ambiente no trabalho.

### **3.4 Planejamento de recuperação de áreas mineradas**

O comprometimento do empreendedor com os órgãos ambientais é essencial para o planejamento de recuperação de áreas mineradas, este que requer uma avaliação detalhada da área em estudo para identificação de todos os processos de degradação e identificação dos impactos ambientais com definições dos indicadores ambientais. A definição dos objetivos da recuperação também é de suma importância, pois através da definição são estabelecidas metas a serem alcançadas em curto, médio e longo prazo, e a elaboração de um plano de recuperação, compreendendo a escolha dos métodos e técnicas que serão empregados na recuperação.

A decisão sobre o uso futuro da área deve considerar aspectos técnicos, sociais e legais, das alternativas propostas, bem como os custos e prazos envolvidos na sua implementação. Os custos das medidas de recuperação são reduzidos quando o projeto de recuperação da área se dá desde o início da lavra, até a fase de desativação, sob este ponto de vista os aspectos operacionais que podemos ressaltar são: remoção e armazenamento da cobertura vegetal e da camada superficial do solo; aterros. Material de empréstimo, contenção de taludes, terraplenagens e acabamento final das frentes de lavra, reposição da camada de solo fértil e revegetação.

O planejamento de recuperação de áreas mineradas, deve ainda, considerar os planos de desenvolvimento da região ou município em que a atividade mineral se localiza.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização e Caracterização da Área em Estudo

A área em estudo, com uma área total de 356.200 m<sup>2</sup>, situa-se à margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, no município de Pindamonhangaba, estado de São Paulo conforme indicam as figuras 1, 2 e 3.

A existência de diversos portos de areia no entorno da área, tanto na margem direita como na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, marca a prática deste tipo de extração que é comum em toda a região do Vale do Paraíba. O restante da área de várzea é ocupada por atividade agrícola, sendo a principal cultura o arroz irrigado, e há também o cultivo de hortaliças, além de grandes áreas ocupadas com pasto de baixa capacidade de sustentação animal e algumas pequenas extratoras de argila.

O acesso à área se dá pela Rodovia Doutor Caio Gomes Figueiredo (SP-132), e encontra-se nas coordenadas geográficas 22°00'00" e 45°00'00", a aproximadamente 4km da mancha urbana do município de Pindamonhangaba.



Figura 1: Localização da cidade de Pindamonhangaba no Brasil

Fonte: <http://maps.google.com>



Figura 2: Localização da cidade de Pindamonhangaba no Estado de São Paulo

Fonte: <http://maps.google.com>



Figura 3: Vista aérea da localização da área à margem esquerda do Rio Paraíba do Sul.

Fonte: Vieira<sup>1</sup>

#### 4.1.1 Geomorfologia Regional

A região situa-se dentro do Planalto Atlântico que apresenta-se subdividido em três níveis, os planaltos a sua encostas (serras), os "mares de morros" cristalinos a as planícies sedimentares, onde se situa o empreendimento.

O Graben do Paraíba (vale de afundamento) a bordejado a NW pela serra da Mantiqueira, cumeada pelo planalto de Campos do Jordão a 2.000m de altitude. A SE ocorrem as serras do Quebra Cangalha e a serra da Bocaina, cumeadas pelos planaltos da Bocaina a 1.700m a mais a SW pelo planalto do Paraitinga a 1.200 m. Em sua porção ocidental a serra do Quebra-Cangalha se desfaz em elevações menores a mais baixas, que acabam se confundindo com aquelas dos Morros Cristalinos. Os Morros Cristalinos constituem uma feição do Médio Vale do Paraíba do Sul, juntamente com as colinas dos sedimentos Terciários e a planície do rio Paraíba do Sul ocupando o Graben, com direção NE/SW a cerca de 30 Km de largura entre os planaltos.

As colinas Terciárias são amplas de encostas suavemente inclinadas a topos arredondados a por vezes, achatados e possuem suaves vales abertos. Na meia encosta, de 12 a 20 m acima do nível das várzeas, aparecem restos de um terraço denominado nível de Caçapava.

Na extremidade sudoeste da bacia até Jacareí as colinas mais elevadas se assemelham as elevações do cristalino próximo. De São José dos Campos a Pindamonhangaba, as colinas são mais extensas e suaves, com os altos representando possivelmente o nível superior da sedimentação. De Pindamonhangaba a Cruzeiro, as colinas são muito suavizadas, possuindo aspecto de terraço.

A bacia é emoldurada pelos morros cristalinos, que representam um relevo de transição para as serras e planaltos. As elevações têm perfis suavizados a altitudes em torno de 700m localmente alcançando 1.000m.

As várzeas do Paraíba do Sul são localmente bordejadas por terraços fluviais situados de 2 a 8 m acima do nível da planície de inundação sustentados por cascalhos e areia. Representam antigos níveis de agradação reentalhados pelo rio, denominados Terraços de Várzea.

A várzea abriga o leito e meandros abandonados alagadiços ou secos (drenados), a planícies de inundação tanto no médio Paraíba do Sul como em seus afluentes.

O rio Paraíba do Sul adentra a Bacia na região de Jacareí e tende a se aproximar da sua borda Norte, até a região de Pindamonhangaba, após o que, a tendência se inverte, passando a flanquear a borda Sul.

A faixa aluvionar incluindo leito, planícies de inundação e terraços do rio Paraíba do Sul chega a alcançar 6 Km de largura. Em São José dos Campos, Caçapava, Pindamonhangaba e Guaratinguetá, apresenta estrangulamentos relacionados a feições estruturais.

#### **4.1.2 Geomorfologia Local**

A área caracteriza-se por ser relativamente plana, com desnível máximo de 5 metros. A maior parte da área corresponde a planícies aluvionares quaternárias, situadas poucos metros acima do leito do rio Paraíba. Ocorrem alguns meandros abandonados na área, como podem ser observados na planta de localização da área. O Leito do Rio Paraíba do Sul cruza a área aproximadamente em seu centro.

### **4.1.3 Geologia Regional**

A região objeto é geologicamente constituída por três unidades básicas. A primeira corresponde ao embasamento cristalino da Bacia Sedimentar de Taubaté, constituído por granitos, gnaisses, migmatitos a outras litologias metamórficas de idade pré-cambriana. A segunda unidade é constituída de rochas sedimentares de idade terciária pertencentes à Bacia Sedimentar de Taubaté. A terceira unidade refere-se aos sedimentos aluvionares inconsolidados que compõe a planície holocênica do rio Paraíba do Sul.

### **4.1.4 Geologia Local**

No local em análise ocorre uma várzea do rio Paraíba do Sul. Este rio possui comportamento meandrante, ou seja, apresenta diversas curvas, que vão migrando lateralmente, alterando a posição do leito d'água com o passar dos anos. Este comportamento no passado foi responsável pela deposição de bancos de areia depositados na várzea. Sobre as camadas de areia normalmente ocorre uma capa de argila de espessura variável, podendo esta ser explorada por olarias e cerâmicas.

Nas porções mais distais da várzea, o rio foi depositando sedimentos mais finos carregados durante as enchentes. Assim a partir de uma certa distância do rio, em trechos onde este não meandrou, o subsolo deve ser formado por argila ao invés de areia, podendo também existir, em certas áreas localizadas nas bordas da várzea, deposições de turfeiras.

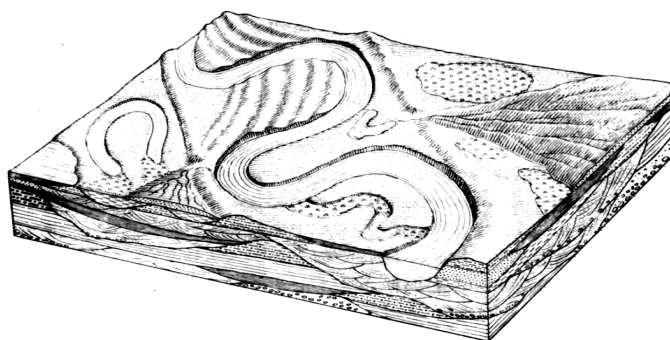
Em resumo poderíamos caracterizar o aluvião que ocorre na região pela presença dos seguintes tipos litológicos e morfológicos:

a) Braço Morto (também conhecido como meandro abandonado): depósitos de areia e/ou material orgânico/argiloso.

b) Planícies de Inundação: composta por diversos tipos de argila, às vezes siltosas. Localmente ocorrem maiores concentrações de matéria orgânica, chegando a formar turfeiras. Em alguns locais, nas porções mais próximas ao leito do rio, costumam ocorrer depósitos arenosos sob o pacote argiloso.

c) Depósitos de transgressão: também conhecidos como depósitos de barra de canal, caracteristicamente arenosos, são formados pelo continua migração lateral do leito do rio. Em geral são compostos na base por cascalhos gradando para areia fina no topo. O capeamento varia de 0,05 a 2,00 m em média.

A seguir está representado o modelo de comportamento meandrante de rio, apresentando diversas curvas, que vão migrando lateralmente.



Padrões de fluxo em canais meandantes  
(Leopols & Wolman, 1960 in Bigarella et al., 1979)

Figura 4: Representação do modelo de comportamento meandrante de rio

Fonte: Leopols & Wolman, 1960

Em geral, em áreas de várzea com sedimentos quaternários podem ocorrer dois modelos de sedimentação com correspondentes pacotes sedimentares distintos de interesse, podendo existir, no entanto, variações laterais. O primeiro modelo de sedimentação é formado por um pacote superficial argiloso, geralmente delgado, que mais próximo a superfície apresenta características de solo orgânico. O pacote inferior é formado predominantemente por sedimentos arenosos. Este modelo mostra-se favorável à atividades de extração de areia e é representado por depósitos de leitos abandonados ou de barras de meandro, normalmente dispostos mais próximos ao leito atual do rio do Peixe ou de afluentes deste.

O segundo modelo é formado por sedimentos argilosos em quase toda seqüência, apresentando em determinadas porções, principalmente próximo à superfície, uma maior concentração de matéria orgânica, podendo gradar localmente para níveis turfosos. Esta seqüência, normalmente em posições mais distais em relação ao leito dos rios, é formada geralmente por depósitos de transgressão, associados às vezes a depósitos de concentração de material orgânico.

#### **4.1.5 Vegetação, APPs e Fauna**

A presença de mata nativa na região pesquisada é pouco significativa sendo que as manchas, mais expressivas distribuem-se de maneira descontínua ao longo do rio Paraíba do Sul e de pequenos afluentes. Predominam na área pastagens, pasto sujo e lavouras no restante da várzea.

A fauna local é pouco representativa restringindo-se a pequenos mamíferos como tatu, gambá e rato do mato. Entre os répteis, os ofídios e lagartos aparecem com certa frequência. As aves de maior ocorrência são gavião, coruja, anu, quero-quero, garça branca e jacu. Regionalmente a área vem sendo intensamente utilizada por atividades antrópicas, principalmente agricultura mecanizada, o que determinou a migração de diversos animais para locais menos explorados.

#### **4.1.6 Hidrografia**

A região situa-se na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, ocupando em sua totalidade a várzea deste rio. No extremo sul da área passa o ribeirão do Curtume. A área apresenta alguns braços mortos praticamente ou completamente sem fluxo d'água.

O nível do lençol freático nestes terraços apresenta-se a uma profundidade que pode variar de 0,0 a 5,0 m.

#### **4.1.7 Clima**

O médio Vale do Paraíba possui clima CWA Mesotérmico, ou seja, do tipo subtropical, com verões quentes e chuvosos. A temperatura média anual é de 20,5°C, segundo a Estação Meteorológica do Campo de Pesquisas Hidroagrícolas do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). Esta estação situa-se cerca de 2 km a leste do limite da área. As médias pluviométricas para o período de 1962 a 1990 são de 1.314,00 mm anuais. Os meses secos, de abril a setembro, possuem pluviosidade média mensal inferior a 100 mm, com mínimo de 25 mm em julho, e nos meses chuvosos, de outubro a março, esta varia de 100 a 210 mm, com um máximo de 200 mm em dezembro. A insolação diária média é de 5,3 horas.

Por estar situado no centro do vale do rio Paraíba do Sul, os ventos normais tem direção W/SW (ventos alísios condicionados pelas Serras). Os ventos fortes no local do empreendimento possuem direção geral NE, direção esta coincidente com a das principais chuvas.

## **4.2 Métodos**

Os estudos foram realizados entre novembro de 2010 e agosto de 2011, e ocorreram de acordo com as seguintes etapas:

1ª Etapa – Escolha da área de estudo seguindo o objetivo do trabalho e visita técnica ao local do empreendimento.

2ª Etapa – Elaboração de levantamentos bibliográficos sobre mineração, principais impactos ambientais e medidas de controle ambiental, questões sócio- econômicas, bem como melhor conhecimento de normas técnicas e de legislações federais, estaduais e municipais. Também foram levantados dados relacionados aos aspectos do meio físico e biótico da região em estudo.

3ª Etapa – Levantamento de campo de detalhe na área de lavra, de recuperação ambiental, no meio físico e biótico no entorno da área, principalmente ao longo da lagoa existente na área de pós-mineração.

4ª Etapa – análise dos resultados.

### **4.2.1 Meios Utilizados**

a) Pesquisa bibliográfica: realizadas em artigos, revistas, Resoluções da Secretaria do Meio Ambiente e dissertações sobre o assunto;

b) Fotografias: foram tiradas fotos do local do empreendimento durante as vistorias realizadas;

c) Vistorias: foram realizadas 04 visitas no local onde foi possível obter uma melhor familiaridade com a área em estudo e todos os dados necessários para a análise.

### **4.2.2 Critérios Seguidos**

a) A areia como matéria prima básica na construção civil;

b) A relação entre a mineração e a preservação do meio ambiente;

c) O aumento da demanda de areia para a construção civil.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Avaliação da Recuperação da Área em Estudo**

#### **5.1.1 Impactos Ocorridos na Área**

O termo “Impacto ambiental” muitas vezes é associado apenas com influências negativas que ocorreram na área, porém existem também os impactos que são denominados positivos. A Tabela 1 a seguir demonstra não só a classificação dos impactos, mas também nos permite analisar os diversos aspectos classificatórios dos impactos gerados.

IMPACTOS	POSITIVO	NEGATIVO	DIRETO	INDIRETO	TEMPORÁRIO	PERMANENTE	REVERSÍVEL	IRREVERSÍVEL	LOCAL	REGIONAL
Geração de empregos	X		X		X		X		X	
Geração de matéria prima	X		X		X		X			X
Alteração no uso e ocupação do solo		X	X			X		X	X	
Modificação da topografia do terreno		X	X			X		X	X	
Contaminação do lençol freático		X		X	X		X			X
Alteração do nível do lençol freático		X	X			X		X	X	
Poluição sonora		X	X		X		X		X	
Poluição atmosférica		X	X		X		X		X	
Processo erosivo		X	X			X		X	X	
Degradação da paisagem natural		X	X			X		X	X	
Retirada da camada fértil do solo		X	X		X		X		X	
Alteração da fauna		X	X	X		X		X	X	
Alteração da flora		X	X			X		X	X	
Geração de resíduos sólidos		X	X		X		X		X	
Supressão da vegetação		X	X			X		X	X	

Tabela 1: Classificação dos impactos ocorridos na área.

Fonte: Vieira<sup>1</sup>

A seguir serão apresentadas as diversas atividades de recuperação da área em estudo, e conforme será observado, algumas dessas fases já foram executadas, enquanto outras serão executadas ao final da extração. De acordo com as plantas de Situação Atual da Área e Situação Final da Área em anexo, pode-se observar a situação em que se encontrava a área ao início da extração e a situação em que se encontrará a área ao final da lavra com sua fase de recuperação finalizada.

### **5.1.2 Atividades de Recuperação**

Foram plantadas espécies nativas em diversos locais do empreendimento conforme demonstra Relatório Fotográfico em anexo, atendendo o TCRA (Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental), firmado pelo empreendedor junto a Cetesb. A recuperação dessas áreas foi realizada em etapas pré-definidas na assinatura do TCRA de forma a atender e contemplar as diretrizes e obrigações presentes na Resolução SMA – 47 de 26/11/2003 Resolução SMA – 08 de 07/03/2007 e a Resolução SMA – 08 de 31/01/2008, esta última que revoga as disposições em contrário e especialmente, a resolução SMA 58, de 30-12-2006. As mudas introduzidas na recuperação dos módulos são mudas pertencentes à listagem anexo da Resolução SMA 08 de 31/01/2008. Atualmente essas mudas se encontram em estágios diversos de desenvolvimento.

### **5.1.3 Métodos Prévios Aplicados na Recuperação**

Para a recuperação da área foram adotadas as seguintes formas e métodos de plantio e manutenção das mudas:

#### **5.1.3.1 Locações Topográficas**

Esta operação teve a finalidade de delimitar as áreas destinadas no projeto ao plantio apresentado à Cetesb, demarcando os pontos de amarração com piquetes, pontaletes, placas ou balizas. Todas as locações necessárias à execução dos serviços de plantio, realizado por pessoal técnico devidamente capacitado e habilitado, utilizando-se de aparelhagem e instrumental compatível com a precisão de cada trabalho.

### **5.1.3.2 Construção de Cercas**

Foram construídas cercas com mourões e arame farpado com a finalidade de proteger as mudas plantadas de ações antrópicas e de eventuais invasões de gados dos vizinhos que possam vir a danificar as mudas.

### **5.1.3.3 Época do Plantio**

As mudas, em sua fase inicial de desenvolvimento, necessitam de boa umidade, para que o sistema radicular atinja as camadas mais profundas antes da estação seca. Portanto, a época utilizada para o plantio das etapas foi no início da estação chuvosa, para evitar a necessidade de se proceder um número maior de irrigações e para um melhor desenvolvimento das mudas.

## **5.1.4 Preparo do Solo**

### **5.1.4.1 Aplicação da Camada de Solo Orgânico**

Para realização dos preparos do solo para receberem as mudas de espécies nativas, aplicou-se primeiramente uma camada de 0,30 cm de solo orgânico nas áreas destinadas ao plantio. O solo orgânico aplicado é o solo proveniente do decapeamento realizado nas áreas de extração do minério, estocado de forma adequada para não perder suas propriedades físico-químicas.

### **5.1.4.2 Combate a Formigas Cortadeiras e Cupins**

Esta operação foi realizada a fim de eliminar e ou controlar a proliferação de formigas cortadeiras e cupins existentes nas áreas que foram destinadas ao plantio e proximidades, considerado as seguintes especificações:

- a) Após o preparo da área para o plantio a mesma foi percorrida para a destruição dos formigueiros e cupinzeiros;
- b) Para fins de combate, as formigas foram identificadas quanto ao gênero, visando a escolha do método mais adequado: *Atta* sp (Saúva) e *Acromyrmex* sp (Quem-quem);
- c) O combate às formigas e cupins foi realizado com base nas orientações de profissional habilitado, com produtos disponíveis no mercado e que garantiram a eliminação da praga;

- d) As técnicas e doses foram recomendadas pelos fabricantes;
- e) A operação é repetida periodicamente até pleno desenvolvimento das mudas.

#### **5.1.4.3 Correção de PH**

Esta operação foi realizada a lanço manualmente com aplicações de calcário em área total, considerando a quantidade de calcário aplicado, que foi definida com base na análise do solo previamente realizado

#### **5.1.4.4 Alinhamento e Marcação Manual**

Esta operação consistiu na determinação do ponto exato de cada uma das covas de plantio, considerando as seguintes especificações técnicas, com base no modelo de plantio adotado:

- a) O alinhamento e a marcação manual das covas de plantio foram realizados para se determinar o ponto exato de abertura das covas;
- b) As linhas foram balizadas com o auxílio de varas de bambu, dada às distâncias entre elas;
- c) A determinação do ponto exato para a demarcação das covas foi feita com o auxílio de trenas ou estacas de bambu como gabarito, e o picotamento com o auxílio de enxadão.

#### **5.1.4.5 Coveamento Manual**

Para a abertura das covas de plantio, consideraram-se as seguintes especificações técnicas:

- a) As covas foram abertas com 0,25 metros de diâmetro e 0,60 metros de profundidade nos locais previamente determinados obedecendo ao sistema de quincôncio, conforme demonstra a figura 5;
- b) Todo volume de terra retirado das covas sofreu incorporação completa com fertilizantes e matéria orgânica de plantio.

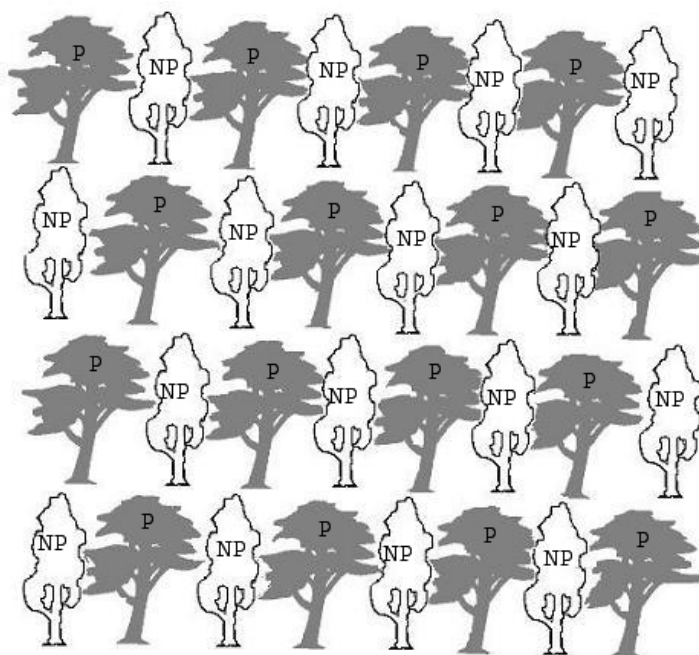


Figura 5: Representação da distribuição em quincôncio (4 espécies pioneiras dispostas ao redor de 1 espécie não pioneira): P = pioneira; NP = não pioneira.

Fonte: Macedo, 1993.

#### 5.1.4.6 Preparo do Solo das Covas

Esta operação teve a finalidade de melhorar as condições químicas e físicas do solo, considerando as seguintes especificações técnicas:

- Foi misturada a terra de cada cova de plantio 100 gramas de fertilizante NPK fórmula 10-30-10 e 5 litros de matéria orgânica do tipo biosólido, esterco de curral curtido, turfa, composto orgânico etc.;
- O solo preparado foi devolvido à cova;
- O procedimento acima foi realizado com menos de quinze dias antes do plantio das mudas visando a diminuir a perda do Nitrogênio (N) e Potássio (K) por volatilização e/ou lixiviação.

#### 5.1.5 Obtenção das Mudas

As mudas foram obtidas de viveiro devidamente registrado, e do viveiro existente na própria área. Antes da aquisição das mudas foram observadas se essas eram de qualidade, se

atentando para alguns detalhes como sistema radicular bem desenvolvido, sem enovelamento e de coloração clara, se as mudas foram cultivadas a pleno sol ou se passaram por adaptação a esta condição por período mínimo de 60 dias e altura mínima de 0,60 metros para um melhor desenvolvimento nas áreas destinadas ao plantio.

#### **5.1.5.1 Distribuição das Mudas**

As mudas plantadas foram posteriormente colocadas ao lado das covas previamente preparadas, tendo estas recebidas irrigação intensas, ainda com a devida identificação da espécie, foi dada uma atenção especial à forma de se apanhar as mudas, que deve ser realizada pela embalagem e nunca pelo caule.

#### **5.1.5.2 Plantio Florestal**

Esta operação consistiu na retirada da muda do recipiente e na implantação desta no centro da cova preparada, considerado as seguintes especificações técnicas:

- a) No ato do plantio, as mudas foram retiradas cuidadosamente do recipiente, evitando-se o destorroamento;
- b) A muda foi colocada na cova de maneira que o colo da muda ficasse no mesmo nível da superfície do terreno ou pouco abaixo. O solo junto a muda sofreu compactação para firmá-la;
- c) O excesso de terra oriundo da cova foi disposto em “coroa” ao redor da muda, formando uma bacia de acumulação, facilitando as irrigações;
- d) O material oriundo da roçada foi disposto em torno da planta cobrindo toda a região da bacia de acumulação e formando um colchão de 0,10 metros de espessura;
- e) As mudas foram dispostas com tutoramento, cravando-se estaca de bambu. O tutor possui, no mínimo, uma vez e meia a estatura da muda sendo posteriormente a muda anelada ao tutor por meio de fita, torcendo o barbante de sisal, em forma de “oito”, para evitar sufocar a planta.

## **5.1.6 Tratos Culturais de Manutenção**

### **5.1.6.1 Adubação de Cobertura**

Esta operação consiste na fertilização complementar das mudas plantadas, considerando as seguintes especificações técnicas:

- a) Decorridos dois meses posterior o plantio foi aberta uma cova a cerca de 0,20m do colo, com uma profundidade de 0,20 metros, que deverá receber 100 gramas do fertilizante NPK 20-00-20 por muda;
- b) Decorridos 12 meses do plantio esta operação será repetida nas mesmas condições acima descritas.

### **5.1.6.2 Irrigação**

A irrigação consiste na aplicação de água nas mudas plantadas, coloca-se o equivalente a 1 litro de água por bacia de acumulação de cada cova plantada, em períodos espaçados de 30 dias, somente quando houver estiagem anterior por período de 30 dias ou quando no período de 30 dias a precipitação pluviométrica tiver sido menor do que 10 milímetros, até o completo pegamento das mudas. Possuem locais em que o reflorestamento não necessita mais de irrigação pois já está em estágio médio de desenvolvimento.

### **5.1.6.3 Reforma do Coroamento**

Essa manutenção visa corrigir a bacia de acumulação quando esta estiver rompida e eliminar as espécies invasoras que estiverem crescendo no colchão de material de roçada e considerando as seguintes especificações técnicas:

- a) Puxar com o auxílio de enxada, a terra do entorno para corrigir a bacia de acumulação;
- b) As espécies invasoras de porte maior do que 0,20 metros serão arrancadas manualmente;
- c) As espécies invasoras menores serão abafadas pela colocação de novo colchão com 0,10 metros de espessura de material oriundo de roçada;
- d) Esta operação deverá ser repetida com frequência trimestral até o completo desenvolvimento das mudas.

#### **5.1.6.4 Replântio Florestal**

O Replântio Florestal foi realizado percorrendo toda a área de plantio, durante o período de manutenção, identificando as mudas mortas ou em estado fitossanitário ruins. A avaliação da necessidade de replântio das mudas mortas foi realizada entre o quadragésimo e o sexagésimo dia do plantio, destacando que, a demora no replântio poderia causar prejuízos tanto às mudas a serem replantadas, como ao conjunto. Em decorrência do curto espaço de tempo compreendido entre o plantio e o replântio, 40 dias foram considerados, realizada a adubação de plantio. O replântio considerou a espécie da muda morta, ou seja, foram repostas as mudas da mesma espécie, no recoveamento para estas mudas, as covas foram reabertas apenas nas dimensões suficientes para receber as novas mudas, não havendo necessidade de se remover todo o volume de terra.

#### **5.1.6.5 Roçada Manual**

A roçada manual será realizada quando houver um aumento significativo da vegetação existente próximo a faixa de plantio, em até 0,10 metros do solo, a roçada será realizada nas áreas onde a visualização das mudas a serem preservadas não seja possível, sendo conduzida com empenado, foice ou aparador costal mecanizado que assegurem o corte da vegetação. Esta operação deverá ser seletiva, de maneira a cortar apenas as espécies invasoras, poupando todas as plantas oriundas de regeneração natural.

#### **5.1.6.6 Aplicação de Herbicidas**

A aplicação manual de herbicidas é uma alternativa à roçada, manual das linhas de plantio e consiste na eliminação das espécies vegetais na faixa da linha de plantio, com exceção da área ocupada pela coroa, raio 0,50 metros, por meio de aplicação de herbicidas, para esta alternativa à roçada manual, deve-se considerar as seguintes especificações técnicas:

- a) O herbicida deverá ser adquirido por meio de receituário agrônomo e sua aplicação deverá respeitar criteriosamente as recomendações de profissional habilitado e dos fabricantes;
- b) A aplicação de herbicida a base de glifosato, em faixa de 1,00 metro em todas as linhas de plantio, com exceção da área ocupada pela coroa, cujo raio é de raio 0,50 metros;

- c) As embalagens vazias deverão sofrer a tríplice lavagem, ser recolhidas diariamente e dispostas de acordo com os critérios ambientais estabelecidos;
- d) A aplicação deverá ser repetida trimestralmente até o desenvolvimento pleno das mudas.

#### **5.1.6.7 Manutenção do Combate a Formigas e Cupins**

Essa manutenção consiste em controlar a ação das formigas cortadeiras e cupins por meio da aplicação de formicidas, o monitoramento deve ser feito durante todo o período de manutenção das mudas sendo que para fins de combate, as formigas deverão ser identificadas quanto ao gênero, visando a escolha do método mais adequado: *Atta sp* (Saúva) e *Acromyrmex SP* (Quem-quem). O produto deverá ser adquirido por meio de receituário agrônomico e sua aplicação deverá respeitar criteriosamente as recomendações de profissional habilitado e dos fabricantes.

#### **5.1.6.8 Monitoramento e Controle de Fungos, Bactérias e Insetos**

Todas as mudas estão sendo monitoradas quanto ao surgimento de fungos, bactérias e insetos. O monitoramento e controle são realizados feitos com base nas orientações de profissional especializado, com os produtos disponíveis no mercado à época, que garantam a eliminação da moléstia.

### **5.2 Discussão**

Apesar do projeto de revegetação não estar totalmente concluído, pôde-se observar que todas as fases de recuperação foram muito bem descritas anteriormente e o proprietário demonstrou-se disposto a seguir corretamente todo o cronograma de recuperação, e apto a atender quaisquer novas exigências requeridas após visitas periódicas de técnicos da CETESB à área de extração.

É de grande importância ressaltar que os lagos resultantes do processo de mineração, por cavas submersas, terão perfeitas condições para exercerem outras atividades, tanto em relação à qualidade da água, como em relação às bordas que não apresentarão nenhum indício de processos erosivos. Alternativas de atividades futuras ainda serão analisadas pelo proprietário, mas podemos ter como exemplo a construção de um parque ecológico ou de um pesqueiro.

As Tabelas 2 e 3 apresentam a comparação entre as áreas da lagoa, pasto e mata existentes na área de início da extração e na área final de extração onde é possível observar o ganho de vegetação (mata) que se obterá ao final da lavra.

Ocupação do Solo	Área
Lagoa	83.863,853 m <sup>2</sup>
Pasto	238.273,706 m <sup>2</sup>
Mata	24.566,139 m <sup>2</sup>

Tabela 2: Área da ocupação do solo ao início da extração.

Fonte: Vieira<sup>1</sup>

Ocupação do Solo	Área
Lagoa	140.106,758 m <sup>2</sup>
Pasto	96.176,461 m <sup>2</sup>
Mata	123.217,540 m <sup>2</sup>

Tabela 3: Área da ocupação do solo ao final da extração.

Fonte: Vieira<sup>1</sup>

## 6 CONCLUSÃO

A mineração desempenha um papel importante na economia do país, pois contribui para um grande percentual de geração de empregos além de proporcionar uma melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, desde que, seja operada com responsabilidade ambiental de acordo com preceitos do desenvolvimento sustentável.

O planejamento efetivo, desde a implantação da mina até o encerramento das atividades de extração, torna-se necessário para que garantir a minimização dos impactos sociais e ambientais ocasionados pela atividade.

Nos últimos anos devido à obrigatoriedade da apresentação do PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas), houve uma grande mudança em relação aos cuidados ambientais que se deve tomar na recuperação da área degradada por mineração garantindo assim um ganho maior ao meio ambiente.

Há alguns aspectos que merecem destaque como desafios a serem implantados ao planejamento das atividades ambientais como a recuperação da área executada simultaneamente a mineração, agregando a recuperação ao cotidiano, o que pode ser até mais econômico para o empreendedor do que executar toda a recuperação somente após a lavra, reabilitação adequada da área com monitoramentos posteriores e o cumprimento das atividades relacionadas aos órgãos competentes seguindo sempre as legislações e normas vigentes.

Em relação a área de estudo deste trabalho, os resultados da recuperação elaborados até o momento foram satisfatórios nos aspectos ambientais e socioeconômicos, lembrando que a recuperação ainda não se encontra em estágio final, porém se forem seguidas adequadamente todas as etapas do projeto de recuperação a recuperação total também obterá resultados satisfatórios.

## 7. REFERÊNCIAS

(alinhada a esquerda e não justificada)

BRASIL, RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da avaliação de impacto ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 17 DE FEVEREIRO DE 1986.

CAMPOS, E.E.; FERNANDES, L.E.V.A.; **Controle ambiental aplicado à produção de agregados**. Minas Gerais, CETEC/M – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 2005. Disponível em <<http://www.cetec.br/agregados/conteudo>>. Acesso em: 16 de abril de 2011.

DIAS, E.G.C.S. **Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração no estado de São Paulo: a etapa de acompanhamento**. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2001.

FARIAS, C. E. G **Mineração e Meio Ambiente no Brasil**. Bahia, PNUD. Disponível em <<http://www.pnur.org.br>>. Acesso em 02 de maio de 2011.

FRASÃO, E. B. **Programa de capacitação de gestores de empresas mineradoras de agregados para a construção civil**. São Paulo, 2002. Disponível em <<http://www.cetec.br>>. Acesso em 28 de abril de 2011.

JESUS, R. M. **Revegetação: da teoria a práticas técnicas de implantação**. Curitiba. FUPEF, 1994.

MOREIRA, P.R. **Manejo do solo e Recomposição da vegetação com vistas a Recuperação de Áreas degradadas pela extração de Bauxita – Poços de Caldas, MG**. Rio Claro, SP, Universidade Estadual Paulista, 2004. Disponível em:< [www.unipinhal.edu.br](http://www.unipinhal.edu.br)>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2011.

MOTTA, J. F. M.; TANNO, L. C.; JUNIOR, M. C, SINTONI, A. **Bases para planejamento e gestão dos recursos minerais**: Capítulo 2 – Recursos Minerais: Conceitos e Panorama de Produção e Consumo. São Paulo, IPT, 2003. Disponível em: <<http://www.redeaplminera1.org.br/biblioteca>>. Acesso em: 22 de junho de 2011.

NETO, E. A.; SILVA, L. A. T. **Revegetação nos empreendimentos minerários do vale Paraíba paulista**. REVISTA AREIA E BRITA, São Paulo, vol. 17, p. 17-7, julho-setembro,

2000. Disponível em <<http://www.anepac.org.br/21publicidade.htm>>. Acesso em: 19 de dezembro de 2010.

NUNES, P. H. F. **Mineração, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Aspectos Jurídicos e Sócio-Econômicos**. Goiás, Universidade Federal de Goiás, 2006. Disponível em: <<http://www.estig.ipbeja.pt>>. Acesso em: 19 de junho de 2011.

OBATA, O. R.; SINTONI, A. **Bases para planejamento e gestão de recursos minerais: Capítulo 3 – O papel dos agentes públicos e legislação**. São Paulo, IPT, 2003. Disponível em: <<http://www.redeaplmineral.org.br/biblioteca>>. Acesso em: 22 de junho de 2011.

REIS, B. J. **Avaliação da expansão da atividade de extração de areia na planície aluvial da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul no trecho entre Jacareí e Pindamonhangaba no período de 1993 a 2003**. Taubaté, Universidade de Taubaté, 2005.

REIS, B. J.; BATISTA, G.B.; DIAS, A. J. **Recuperação de área degradada pela extração de areia no vale do Paraíba paulista**. Taubaté: Programa de Pós-Graduação da Universidade de Taubaté, 2005.

RUFINO, A. C. S.; FARIAS, M. S. S.; DANTAS, J. **Avaliação qualitativa da degradação ambiental provocada pela mineração de areia: região do médio curso do Paraíba do sul**. Espírito Santo do Pinhal, SP, UNIPINHAL, 2007. Disponível em: <[www.unipinhal.edu.br](http://www.unipinhal.edu.br)>. Acesso em: 20 de julho de 2011.

SÃO PAULO, RESOLUÇÃO SMA 42, DE 16 DE SETEMBRO DE 1996. Disciplina o licenciamento ambiental dos empreendimentos minerários de extração de areia na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. São Paulo, SP.

SILVA, I.X.; POMPEIA, S. L. AGUIAR, L. S.; GOMES, J. M.; GLEHN, H. Q. C. V.; MACHADO, S. P. MARTINS, S. E. ARAUJO, P. R. D. **Recuperação de áreas degradadas por extração de areia no município de Jacareí – SP**. Curitiba, FUPEF, 1994. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br>>. Acesso em: 09 de maio de 2011.

SILVA, J. P. S. **Impactos ambientais causados por mineração**. REVISTA ESPAÇO DA SOPHIA, Paraná, Tomazina, vol., p 1-12, novembro, 2007. Disponível em: <<http://www.espacodasophia.com.br/edicoes>>. Acesso em: 02 de abril de 2011.

VASCONCELOS, M. M. T. **Diagnóstico de degradação do meio físico e proposição de medidas de recuperação em áreas de mineração abandonadas na Bacia do Guarapiranga, região metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Escola Politécnica – USP, 2000.

WILLIANS, D. D.; BUGIN, A.; REIS, J. L. B. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília, IBAMA, 1990.

## **ANEXOS**