

**PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO, RECUPERAÇÃO E
REABILITAÇÃO DE ÁREAS MINERADAS:**

**Elaboração de plano para desenvolvimento de área referência
em recuperação e reabilitação de área pós-minerada em
extração de areia no Vale do Paraíba.**

THATIANE REIS ALMEIDA

Taubaté
2012

Sob a Orientação do Professor Mestre.
Osvail André Quaglio

e Co-orientação do Engenheiro Ambiental
Felipe de Campos Almeida Antunes Vieira

Taubaté – 2012

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO	2
2.1. Objetivos Específicos	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1. A importância dos Recursos Minerais	3
3.1.1. Produção mineral no Brasil e no Vale do Paraíba	3
3.2. O Poder Público e suas Competências	5
3.2.1. O papel do Município	7
3.2.2. Órgãos Ambientais de Fiscalização.....	8
3.2.3. Legislação Minerária	10
3.2.3.1. Marcos Legais.....	10
3.2.4. Legislação Ambiental	11
3.2.4.1. Marcos Legais.....	11
3.3. Métodos de Mineração e Recuperação Ambiental	15
3.3.2. Os Impactos Ambientais.....	15
3.3.2.1. Meio Físico	16
3.3.2.2. Meio Biótico	22
3.3.2.3. Meio antrópico.....	23
3.4. Recuperação de Áreas Degradadas.....	23
3.4.1. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD.....	25
3.4.2. Métodos e Técnicas de Recuperação	26
3.4.2.1. Revegetação.....	28
3.5. Uso Pós-Mineração.....	34
3.5.1. Reservatório de água para irrigação	34
3.5.2. Piscicultura	34
3.5.3. Pesca esportiva	35
3.5.4. Áreas de lazer	35
3.5.5. Aproveitamento imobiliário	35
3.5.6. Disposição de resíduos classificado da construção civil (RCD)	36
3.5.7. Área para abrigo de fauna silvestre	36
3.5.8. Apicultura	37
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
4.1. Área de estudo	38
4.1.1. Localização e acesso.....	38
4.1.2. Aspectos fisiográficos.....	39
4.1.2.1. Geomorfologia.....	39
4.1.2.2. Vegetação e fauna.....	40
4.1.2.3. Hidrologia e Hidrogeologia	40
4.1.2.4. Clima	40
4.1.3. Geologia.....	41
4.1.3.1. Geologia Regional	41
4.1.3.2. Geologia Local	42
4.1.4. Histórico da área	43
4.2. Materiais	43
4.2.1. Material cartográfico e sensoriamento remoto	43
4.2.2. Equipamentos e softwares utilizados.....	44
4.3. Métodos	44
4.3.1. Seleção e delimitação da área de estudo.....	44

4.3.2. Levantamento bibliográfico.....	45
4.3.3. Levantamento de dados	45
4.3.4. Avaliação do uso e da cobertura vegetal natural nas fases anterior a lavra, durante a lavra e a situação final da área de estudo.....	45
4.3.5. Caracterização da infra-estrutura e dos processos de extração para a exploração de areia	45
4.3.6. Levantamento em campo.....	46
4.3.7. Elaboração do plano do centro de referência.....	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
5.1. Resultados.....	47
5.1.1. Avaliação do uso e da cobertura vegetal do solo nas fases anterior a lavra, durante a lavra e a situação final da área de estudo.....	47
5.1.1.1. Fase anterior	47
5.1.1.2. Fase de desenvolvimento da lavra (2006 e 2008).....	51
5.1.1.3. Projeção da Fase final.....	57
5.1.1.4. Avaliação final e descrição dos parâmetros analisados e quantificados	58
5.1.2. Caracterizar a infra-estrutura, os processos de extração para a exploração de areia (projeto /método de lavra) e medidas de controle para alterações ambientais.	64
5.1.2.1. Método de lavra original.....	64
5.1.2.2. Medidas de controle para alterações ambientais	67
5.1.3. Elaborar Plano de Desenvolvimento de Área Referência	74
5.1.3.1. Pontos Chaves.....	74
5.1.3.2. Das atividades desenvolvidas	75
5.1.3.3. Infra-estrutura de funcionamento	76
5.2. Discussão.....	77
6. CONCLUSÃO.....	79
7. REFERÊNCIAS	80

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Principais diferenças entre a SMA 04/99 e SMA 51/06.....	13
Tabela 2: Impactos ambientais nos três segmentos do meio ambiente	16
Tabela 3: Parâmetros de uso e cobertura vegetal do solo.	47
Tabela 4: Uso e cobertura natural ano de 1953.	48
Tabela 5: Uso e cobertura do solo ano de 2006.....	51
Tabela 6: Uso e cobertura do solo ano de 2008.....	54
Tabela 7: Áreas da configuração final da jazida.....	57
Tabela 8: Comparação do uso e cobertura do solo entre os anos de 1953/ 2006/ 2008.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Emprego comuns dos bens minerais na sociedade moderna.	4
Figura 2: Zoneamento Minerário, trecho Tremembé, segundo SMA 28/99.	13
Figura 3: Mapa de conectividade do Estado de São Paulo, segundo SMA 074/09.	14
Figura 4: Vista de uma antiga frente de lavra de mineração de areia, onde se observa, ao fundo, o solo apresentando sulcos de erosão.	17
Figura 5: Vista de uma frente de lavra de argila, onde se observam sulcos de erosão.	17
Figura 6: Observação de uma mancha iridescente indicando a presença de óleo sobre a água, próximo a uma draga de mineração de areia.	21
Figura 7: Vista da área de uma mineração de rocha para brita, onde se observa, à esquerda, a vegetação coberta de partículas sólidas provenientes da área dos britadores.	22
Figura 8: Esquema dos tipos de intervenção na recuperação de minas e pedreiras a céu aberto.	27
Figura 9: Vista de uma frente de desmonte, onde se observa, à esquerda, a retirada das camadas orgânica e argilosa do solo superficial - mais escuras - e exposição do material arenoso a ser lavrado - mais claro (São Paulo-SP).	30
Figura 10: Revegetação em execução com placas de herbáceas (gramíneas) em talude de via de circulação interna (Itapeceira da Serra-SP).	33
Figura 11: Localização do município de Tremembé dentro do Estado de São Paulo.	38
Figura 12: Limite do empreendimento minerário.	39
Figura 13: Gráfico de uso e cobertura do solo em 1953.	48
Figura 14: Foto-carta de 1953.	49
Figura 15: Planta do meio físico e biótico ano de 1953.	50
Figura 16: Gráfico do uso e cobertura do solo em 2006.	51
Figura 17: Foto-carta de 2006.	52
Figura 18: Planta do meio físico e biótico ano de 2006.	53
Figura 19: Gráfico do uso e cobertura do solo em 2008.	54
Figura 20: Carta-imagem QuickBird Google Earth 2008.	55
Figura 21: Planta do meio físico e biótico ano de 2008.	56
Figura 22: Planta de Configuração Final da Jazida.	57
Figura 23: Gráfico da comparação do uso e cobertura do solo entre os anos de 1953/ 2006/ 2008.	58
Figura 24: Detalhe da formação das leiras de argila no ano de 2006.	65
Figura 25: Detalhe da draga flutuante na cava 2, ano de 2009.	65
Figura 26: Classificador de areia instalado próximo do pátio da cava 2, ano de 2009.	66
Figura 27: Finos de lavagem do classificador, em circuito hidráulico fechado, ano de 2009.	67
Figura 28: Reflorestamento recentemente implantado, localizado na margem direita da borda da cava 1, ano de 2009.	67
Figura 29: Caminhão despejando material de aterro utilizado no refeioamento da borda da cava.	70
Figura 30: Aterro finalizado, pronto para receber o plantio.	70
Figura 31: Abertura das covas, início do plantio.	71
Figura 32: Talude marginal da cava sendo refeioado.	72
Figura 33: Taludes marginais ao fundo com boa estabilização e recuperação ambiental apresentado bom desenvolvimento.	72
Figura 34: Representação dos pontos chaves.	75

PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO, RECUPERAÇÃO E REABILITAÇÃO DE ÁREAS MINERADAS:

Elaboração de plano para desenvolvimento de área referência em recuperação e reabilitação de área pós-minerada em extração de areia no Vale do Paraíba

Autora: Thatiane Reis Almeida

RESUMO

Os recursos minerais mostram-se cada vez mais indispensáveis ao homem, porém ficamos a beira de um dilema, pois a mineração é vista como poluidora e devastadora do meio ambiente. A solução para esse dilema é a implantação de um novo perfil de mineração, onde há respeito ao meio ambiente e as gerações futuras, onde seja possível a prática de uma mineração sustentável conciliando o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental. O trabalho teve o objetivo de relatar os processos de extração minerária e suas consequências ambientais visando propor um centro de referência para estudos científicos e culturais em recuperação e reabilitação de área pós-minerada para extração de areia na várzea do Rio Paraíba do Sul. Os métodos consistiram na avaliação e análise dos processos de lavra, de avaliação do uso e cobertura vegetal natural das terras e da recuperação da área degradadas. Conclui-se que a avaliação do uso e cobertura vegetal natural efetuado na área de estudo foi muito satisfatória, esclarecendo e relatando as consequências ambientais sofridas na área de estudo desde o início do período estudado. Deste modo confirmando a idéia visionária da criação de um centro referência em área pós-minerada no Vale do Paraíba.

Palavras-Chaves: Área pós-minerada. Recuperação. Avaliação da degradação.

DEGRADATION PROCESS, RECOVERY AND
REHABILITATION OF MINED AREAS:

Developing a plan for development of reference area in recovery and rehabilitation of post-mined area in the extraction of sand in the Vale do Paraíba.

Author: Thatiane Reis Almeida

ABSTRACT

Mineral resources are increasingly essential to mankind, but this subject turns to be a dilemma, whereas mining is taken as a polluting and devastating activity to the environment. The solution to this dilemma is the implementation of a new mining profile, where there is respect for the environment and future generations, and that is possible the practice of sustainable mining reconciling economic development and environmental preservation. The present study intends to report on the mining extraction and the consequences to the environment in order to propose a reference for scientific and cultural about recovering and rehabilitation post-mined areas of sand extraction in the floodplain of Rio Paraíba do Sul. The methods consisted on the evaluation and analysis of extraction process, evaluation of the use and natural vegetation recovery of degraded area. The conclusions of the evaluation of the use and natural vegetation cover at the area of study, was very satisfactory, accounting and reporting the environmental consequences suffered in the study area, since the beginning of the period studied. Thus confirming the visionary idea of settling a reference center to post-mined area at Vale do Paraíba.

Key words: Post-mined area, Reclamation, Assessment of degradation.

1. INTRODUÇÃO

Os recursos minerais mostram-se cada vez mais indispensáveis ao homem, porém ficamos à beira de um dilema, pois a mineração é vista como poluidora e devastadora do meio ambiente. A solução para esse dilema é a implantação de um novo perfil de mineração, onde há respeito ao meio ambiente e às gerações futuras, sendo possível a prática de uma mineração sustentável conciliando o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental.

É preciso reforçar os estudos e o conhecimento sobre as formas de degradação e as práticas de recuperações usadas pelo setor minerário, pois é comprovado que a maioria das infrações ambientais ocorre em pequenas empresas de mineração que não seguem as diretrizes do plano de lavra, nem do licenciamento e recuperação, sendo em grande número no vale do Paraíba.

A escolha da área de estudo no trecho do rio Paraíba do Sul na cidade de Tremembé, foi de forma estratégica, pois é uma região onde ocorre a mineração de areia em grande parte, quase toda a margem do rio é ocupada por esse tipo de atividade.

A intenção do trabalho é relatar os processos de extração minerária e suas consequências ambientais ao longo dos anos, visando dar a base para se propor um centro de referência para estudos científicos e culturais em recuperação e reabilitação para áreas pós-mineradas nessa região.

O centro será uma forma concreta de disseminação da premente idéia de que é necessária a prática da mineração de forma racional promovendo a sustentabilidade, o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental, garantindo assim um meio ambiente ecologicamente equilibrado, como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade da vida.

2. OBJETIVO

Relatar os processos de extração minerária e suas consequências ambientais visando propor um centro de referência para estudos científicos e culturais em recuperação e reabilitação de área pós-minerada para extração de areia na várzea do Rio Paraíba do Sul.

2.1. Objetivos Específicos

- avaliar o uso e a cobertura vegetal natural nas fases anterior à lavra, durante a lavra e a situação final da área de estudo;
- caracterizar a infra-estrutura e processos de extração para a exploração de areia (projeto e método de lavra);
- demonstrar as medidas de controle das alterações ambientais juntamente com andamento da recuperação da área; e,
- elaborar o Plano de desenvolvimento do centro de referência.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A importância dos Recursos Minerais

Os bens minerais têm uma importância significativa para a sociedade, a tal ponto que as fases de evolução da humanidade são divididas em função dos tipos de minerais utilizados: idades da pedra, do bronze, do ferro, etc. Essa dependência do homem com relação às substâncias minerais adquire, na atualidade, uma relevante importância na medida em que os minerais fornecem os principais elementos para a sua sustentação básica e comodidades da vida humana, a tal ponto que o consumo de minério por habitantes é considerado como um dos índices de avaliação de nível de desenvolvimento dos países. (MINEROPAR, 2009).

Embora na maioria das vezes, escape do conhecimento da sociedade moderna é muito fácil demonstrar a forte dependência com relação à produção de recursos minerais. O Conceito de “riqueza” de acordo com Sintoni *et al* (2003), ainda está embutido em alguns metais e gemas, mas a grande maioria dos minérios tem relevante importância social. A simples areia para a construção civil ou argilas que suprem as olarias produtoras de tijolos e telhas têm baixo valor econômico, porém elevada significação social, como demonstrado na Figura 1.

3.1.1. Produção mineral no Brasil e no Vale do Paraíba

Segundo Wagner (2002), o setor mineral, em 2000, representou 8,5% do PIB, ou seja, US\$ 50,5 bilhões de dólares geraram 500.000 empregos diretos e um saldo na balança comercial de US\$ 7,7 bilhões de dólares, além de ter tido um crescimento médio anual de 8,2% no período 1995/2000.

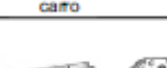
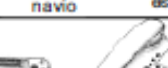
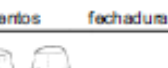
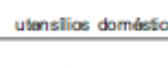
Construção	    
Agricultura	    
Medicina	   
Ciência e Tecnologia	    
Transportes	    
Comunicações	    
Manufaturados	    
Bens de Consumo	  
Artes	  

Figura 1: Emprego comuns dos bens minerais na sociedade moderna.

Fonte: IPT, 2003

Em termos de participação no mercado mundial em 2000, ressalta-se a posição do nióbio (92%), minério de ferro (20%, segundo maior produtor mundial), tantalita (22%), manganês (19%), alumínio e amianto (11%), grafita (19%), magnesita (9%), caulim (8%) e, ainda, rochas ornamentais, talco e vermiculita, com cerca de 5% (BARRETO, 2001).

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.*).

No Vale do Paraíba o setor minerário que ganha maior destaque é o de extração de areia para construção civil, segundo Valverde (2001) chega a corresponder cerca de 10% da produção nacional e equivale a 1.175.704 m³ mensais (DNPM, 2006), respondendo por cerca de 25% da produção areeira do Estado de São Paulo. Segundo Reis *et al.* (2006) o vale do Paraíba fornece areia principalmente para atender à demanda da região metropolitana de São Paulo, que consome 80% de sua produção. De acordo com a revista Areia e Brita (2000), no trecho de Jacareí a Pindamonhangaba no ano de edição da revista existiam cerca de 76 empreendimentos minerários na região, contudo no cenário de 2000 a 2009 alguns desses empreendimentos já encerram suas atividades e segundo Antonio Dias técnico da Agência Ambiental de Taubaté, hoje na região existem cerca de 45 empreendimentos em operação e 3 em fase de licenciamento, gerando cerca de 450 empregos diretos e aproximadamente 18.000 empregos indiretos.

3.2. O Poder Público e suas Competências

Segundo Medina *et al* (2006), a demanda interna e a necessidade de exportar implicaram no aumento da produção de bens minerais. Por outro lado, a exploração excessiva do patrimônio mineral obrigou o poder público a tomar decisões para minimizar os impactos ambientais decorrentes desta atividade.

A lei maior do país, a Constituição Federal de 1988, estabelece, em seu artigo 225, 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. A Constituição também impõe àquele que explorar recursos minerais a responsabilidade de recuperar os danos ambientais causados pela mineração. (MEDINA, *op cit*)

De acordo com Obata e Sintoni (2003), a constituição federal e as constituições estaduais estabelecem, nos seus respectivos âmbitos, as competências da União, dos Estados e dos Municípios para o envolvimento nas questões referentes ou associadas ao processo de administração e aproveitamento de recursos minerais. Particularmente para os municípios,

tem-se observado que não existe, com raras exceções, a prática de exercitar, em sua plenitude, suas competências para, entre outros, elaborar legislações próprias, complementando ou suplementando legislações superiores, o que tem dificultado a tomada de iniciativas para proteção ou promoção de legítimos interesses locais.

É de competências da União:

- legislar privativamente sobre jazidas, minas e outros recursos minerais;
- legislar privativamente sobre sistema estatístico, sistema cartográfico e de geologia nacionais; e
- organizar e manter os serviços oficiais de estatística, geografia, geologia cartografia, de âmbito nacional.

A competência de legislar, nos casos acima, é privativa, mas poderá ser transposta aos Estados desde que devidamente autorizada por lei complementar. (OBATA E SINTONI *op.cit*)

É de competências explícitas do Estado:

- elaborar e propor o planejamento estratégico do conhecimento geológico de seu território, executando programa permanente de levantamentos geológicos básicos, no atendimento do desenvolvimento econômico e social, em conformidade com a política estadual do meio ambiente;
- aplicar o conhecimento geológico ao planejamento regional, às questões ambientais, de erosão do solo, de estabilidade de encostas, de construção de obras civis, e à pesquisa e exploração de recursos minerais e de água subterrânea;
- proporcionar o atendimento técnico nas aplicações do conhecimento geológico às necessidades das prefeituras do Estado;
- fomentar as atividades de mineração, de interesse socioeconômico financeiro para o Estado, em particular de cooperativas, pequenos e médios mineradores, assegurando o suprimento de recursos minerais necessários ao atendimento da agricultura, da indústria de transformação e da construção civil do Estado, de maneira estável e harmônica com demais formas de ocupação do solo e atendimento à legislação ambiental; e
- executar e incentivar o desenvolvimento tecnológico aplicado à pesquisa, à exploração racional e ao beneficiamento de recursos minerais. (OBATA E SINTONI *op.cit*)

3.2.1. O papel do Município

Segundo o Cabral Junior *et al* (2003), o município apresenta várias dimensões para a análise dos seus referenciais para uma política sobre aproveitamento de seus recursos minerais em bases ambientalmente sustentáveis. Desse modo, é importante que o município acompanhe as políticas nacionais e regionais, pois as mesmas repercutem sobre a disponibilidade dos recursos minerais e de suas relações com outras formas de uso e ocupação do solo, e com a preservação e conservação ambiental.

Cabe ao município a gestão dos recursos minerais, seja de forma direta ou de forma acessória. Essa ação pública poderá se dar basicamente de três formas:

- exercício das atribuições legais relativas à mineração;
- formulação de políticas institucionalizadas atreladas aos instrumentos maiores de gestão pública do município - Lei Orgânica, Planos Diretores e Lei de Uso e Ocupação do Solo, envolvendo desde programas mais abrangentes de planejamento e gestão da mineração até projetos específicos, contemplando particularidades locais (por exemplo, convivência entre uma mina e comunidade nos entornos);
- ações coordenativas - como agente articulador dos vários atores públicos (municipal, estadual e federal) e privados (representantes empresariais e associações representativas da sociedade civil) que interagem na solução de demandas relacionadas à mineração - resolução de conflitos, regularização de minas, fomento à atividade mineiro-industrial, entre outras.

O município de Tremembé hoje possui um Plano Diretor Participativo do Município que entrou em vigor em 18 de dezembro de 2008, data da sua publicação, através da Lei Complementar 184. O Plano Diretor Participativo é um instrumento estratégico das políticas de desenvolvimento do município, que outorgou o direito da gestão sobre seus recursos minerais entre outros direitos estabelecidos no Plano Diretor.

No capítulo seis referente à Macrozona de Mineração, artigos 20 a 27 estão estabelecidos os princípios para exercício da atividade de extração mineral, que compreendem em: nova delimitação da Zona de Mineração (ZM), critérios para Zona de Recuperação (ZR), entre outros.

3.2.2. Órgãos Ambientais de Fiscalização

Segundo Farias (2002) em nível federal, os órgãos que têm a responsabilidade de definir as diretrizes e regulamentações, bem como atuar na concessão, fiscalização e cumprimento da legislação mineral e ambiental para o aproveitamento dos recursos minerais são os seguintes:

- Ministério de Minas e Energia – MME: responsável por formular e coordenar as políticas dos setores mineral, elétrico e de petróleo/gás;
- Ministério do Meio Ambiente – MMA: responsável por formular e coordenar as políticas ambientais, assim como acompanhar e superintender sua execução;
- Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM/MME: responsável por formular e coordenar a implementação das políticas do setor mineral;
- Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM: responsável pelo planejamento e fomento do aproveitamento dos recursos minerais, preservação e estudo do patrimônio paleontológico, cabendo-lhe também superintender as pesquisas geológicas e minerais, bem como conceder, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional, de acordo o Código de Mineração;
- Serviço Geológico do Brasil – CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais): responsável por gerar e difundir conhecimento geológico e hidrológico básico, além de disponibilizar informações e conhecimento sobre o meio físico para a gestão territorial;
- Agência Nacional de Águas – ANA: Responsável pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos, sua principal competência é a de implementar o gerenciamento dos recursos hídricos no país. Responsável também pela outorga de água superficial e subterrânea, inclusive aquelas que são utilizadas na mineração;
- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA: responsável por formular as políticas ambientais, cujas Resoluções têm poder normativo, com força de lei, desde que, o Poder Legislativo não tenha aprovada legislação específica;
- Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH: responsável por formular as políticas de recursos hídricos; promover a articulação do planejamento de recursos hídricos; estabelecer critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e para a cobrança pelo seu uso;

- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente Recursos Naturais Renováveis – IBAMA: responsável, em nível federal, pelo licenciamento e fiscalização ambiental;
- Centro de Estudos de Cavernas – CECAV (IBAMA): responsável pelo patrimônio espeleológico.

Em nível estadual os principais órgãos que têm a responsabilidade de definir as diretrizes e regulamentações, bem como atuar na concessão, fiscalização e cumprimento da legislação ambiental para o aproveitamento dos recursos minerais são os seguintes:

- Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA: organiza, coordena e integra as ações de órgãos e entidades da administração direta, indireta e fundacional instituídas pelo poder público, assegurada a participação da coletividade, para a execução da Política Estadual do Meio Ambiente visando a proteção, controle e desenvolvimento do meio ambiente e uso sustentável dos recursos naturais;
- Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA: acompanhamento e avaliação da política ambiental, no que se refere à preservação, conservação, recuperação e defesa do meio ambiente, passando pelo estabelecimento de normas e padrões ambientais, até à apreciação de Estudos e Relatórios de Impacto sobre o Meio Ambiente;
- Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais – CBRN tem as seguintes atribuições: Planejar, coordenar, executar e controlar planos, programas, projetos e ações relacionados à fiscalização, à proteção e à recuperação dos recursos naturais, bem como ao uso sustentável e à conservação da biodiversidade;
- Coordenadoria de Recursos Hídricos – CRHi: Coordenar e supervisionar o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGRH e a aplicação dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos;
- Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE: é o órgão gestor dos recursos hídricos do Estado de São Paulo. Para melhor desenvolver suas atividades, e exercer suas atribuições conferidas por lei, atuam de maneira descentralizada, no atendimento aos municípios, usuários e cidadãos, executando a Política de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, bem como coordenando o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos, nos termos da Lei Estadual nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, adotando as bacias hidrográficas como unidade física - territorial de planejamento e gerenciamento.

- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP: é uma empresa de economia mista, de capital aberto, que tem como principal acionista o Governo do Estado de São Paulo. É uma concessionária de serviços sanitários, responsável pelo planejamento, construção e operação de sistemas de água e esgoto (doméstico e industrial) em 366 municípios paulistas.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB: é a agência do Governo do Estado de São Paulo responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição, com a preocupação fundamental de preservar e recuperar a qualidade das águas, do ar e do solo e que passou a ter novas atribuições e novo nome segundo a Lei Estadual 13.542, de 8 de maio de 2009. Entra essas novas atribuições, podemos considerar as principais: passou a autorizar a supressão de vegetação e intervenções em áreas consideradas de Preservação Permanente e demais áreas ambientalmente protegidas, antes de competência do DEPRN, atualmente extinto; e a emitir alvarás e licenças relativas ao uso e ocupação do solo em áreas de proteção de mananciais, antes de competência do DUSM, atualmente extinto.

3.2.3. Legislação Minerária

A legislação minerária é de âmbito Federal, pois se considera que todos os recursos minerais são de bem da União. Portanto é o DNPM, departamento responsável por regulamentar, autorizar e fiscalizar a atividade minerária em todo território nacional, sendo assim, portanto as mesmas diretrizes aplicadas a todos os Estados.

O Ministério de Minas e Energia – MME (2008) declara que legislação mineral mantém-se basicamente com os mesmos procedimentos de gestão e fomento à atividade recomendadas há 40 anos.

3.2.3.1. Marcos Legais

- Decreto Lei nº 227, de 27 de fevereiro de 1977 – Código da Mineração;
- Constituição Federal de 1988 – Atividade Minerária é citada em diversos artigos, sujeitos a regulamentação, vários deles ainda hoje não regulamentados;
- Lei nº 9.314 de 14 de novembro de 1996 – Estabelece os regimes de concessão mineral;
- Lei nº 11.685 de 02 de agosto de 2008 – Institui o Estatuto do Garimpeiro.

Dentre esses marcos o Decreto Lei Federal nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 estabelece o Código de Mineração, que é o instrumento básico da legislação mineraria que dispõe sobre as formas e condições de habilitação e execução das atividades de pesquisa e lavra de substâncias minerais, sendo sua aplicação da alçada do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. O Código estabelece que as atividades devem estar obrigatoriamente em uma das seguintes formas legais:

- Regime de autorização;
- Regime de Concessão;
- Regime de licenciamento;
- Regime de permissão de lavra garimpeira;
- Regime de monopolização;
- Registro de Extração (Exclusivo para órgãos da administração direta ou autárquica da União, dos Estados ou dos Municípios).

3.2.4. Legislação Ambiental

A legislação ambiental no Brasil evoluiu e avolumou-se nos últimos 40 anos, é considerada uma das mais bem elaboradas e rigorosas que existe. A Consolidação do Sistema Nacional do Meio Ambiente resulta em uma, maior permeabilidade no país do controle e gestão dos recursos renováveis. A lei de ações civis publica difusa quando sua criação em 1985 e tornou-se claramente um forte elemento de controle ambiental. (MME *op. cit.*)

3.2.4.1. Marcos Legais

- Código Florestal (Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965);
- Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938 de 17 de janeiro de 1981) – Institui o SISNAMA e CONAMA
- Ação Civil Pública (Lei 7.347 de 24 de julho de 1985) – ação civil pública de responsabilidades por danos causados ao meio ambiente.
- CF/88 – Art. 225. “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.
- Recursos Hídricos (Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997)

- Crimes ambientais (Lei 9.605 de 12/02/98) – Regulamentada pelo Decreto 6926 de julho de 2008.
- Lei 9.985/00 – Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), regulamenta o Inciso III do Art. 225
- Lei 11.284/06 – Gestão de Florestas públicas para a produção sustentável, cria o Instituto Florestal Brasileiro
- Inúmeras Resoluções CONAMA, com força de Lei.

As legislações ambientais marcaram a legislação Federal Brasileira em âmbito nacional, porém como a União delega aos Estados o poder de legislar sobre jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia. A Secretaria do Meio Ambiente – SMA de âmbito Estadual tem o poder de criar suas próprias resoluções.

No Estado de São Paulo a Resolução que dá as diretrizes e impõe as disciplinas dos licenciamentos ambientais para as atividades mineraria, é a Resolução SMA 51, de 12 de dezembro de 2006. Anterior a essa e atualmente vigorada a legislação que dava as diretrizes do licenciamento minerário no Estado de São Paulo eram as Resoluções SMA nº 18/89, 26/93, 4/99, 47/06.

E na região do Vale do Paraíba a Resolução SMA 42, de 16 de setembro de 1996, que disciplina o licenciamento ambiental para extração de areia na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul que tem similaridade com a SMA 51/06 quanto à área a ser licenciada.

A Tabela 1 faz um comparativo entre a SMA 51/06 e 04/99.

A Figura 2 mostra o Zoneamento ambiental para a mineração de areia no sub-trecho da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – Jacareí, São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba, disposta na Resolução SMA 28, de 22 de setembro de 1999.

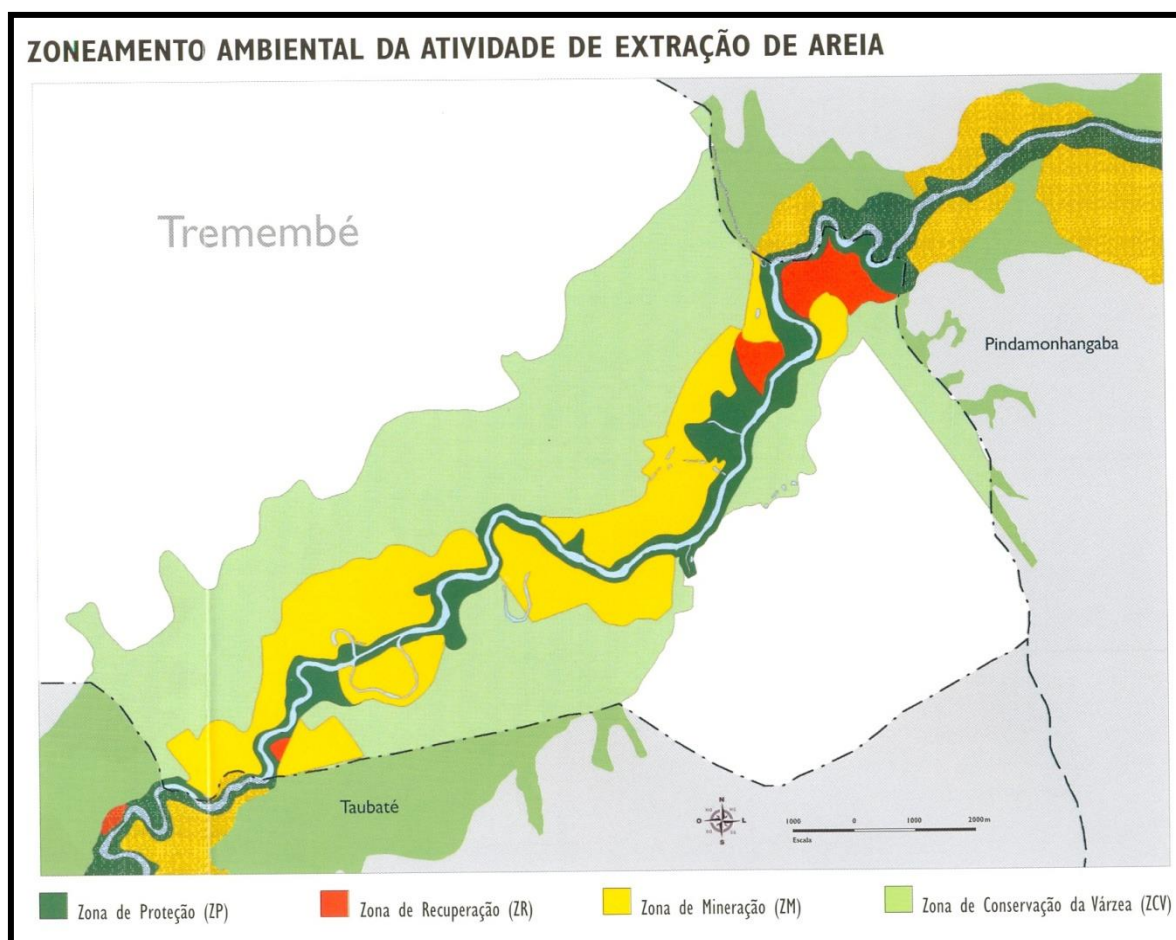


Figura 2: Zoneamento Minerário, trecho Tremembé, segundo SMA 28/99.
Fonte: Resolução SMA de 28 de setembro de 1999.

Tabela 1: Principais diferenças entre a SMA 04/99 e SMA 51/06

SMA 04/99	SMA 51/06
Área de extração até 100 ha	Área de extração até 20 há
Produção mensal de até 5.000 m ³	Reserva bruta de 5.000.000 m ³

Fonte: SMA 04/99 e SMA 51/06

Com a implantação dessa nova resolução os critérios de avaliação tornaram-se mais rígidos pelos órgãos licenciadores, que começaram a exigir maior detalhamento da lavra em nível de desenhos técnicos. No caso de Licenciamento Prévio e de Instalação ou somente Instalação a CETESB e DEPRN passaram a exigir um roteiro de plantas onde nelas é possível ver o detalhamento da lavra, o nível de interferência no meio físico e biótico, suscetibilidade do terreno, o uso e ocupação do solo, a recuperação da jazida ao final da vida

útil, a configuração final da jazida, sendo que está última obrigatoriamente tem que estar autenticada pelo DNPM e compatível com Plano de Aproveitamento Econômico da jazida.

Ainda a SMA – Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, recentemente dispôs uma nova resolução, a Resolução SMA 074 de 20 de outubro de 2009, que fala sobre a ampliação dos trabalhos de revegetação como medidas mitigadoras dos impactos causados por empreendimentos minerários.

O objetivo desta nova resolução é restringir cada vez mais as atividades minerárias no Estado de São Paulo e buscar a conservação de áreas prioritárias. O Estado de São Paulo foi então dividido em áreas de importância ambiental através do mapa da conectividade Figura 3. O minerador ficou condicionado a revegetar de 1 até 6 vezes o tamanho de sua área de extração, dependendo da escala de importância ambiental onde estiver localizado o empreendimento que pode ser de 1 a 8.

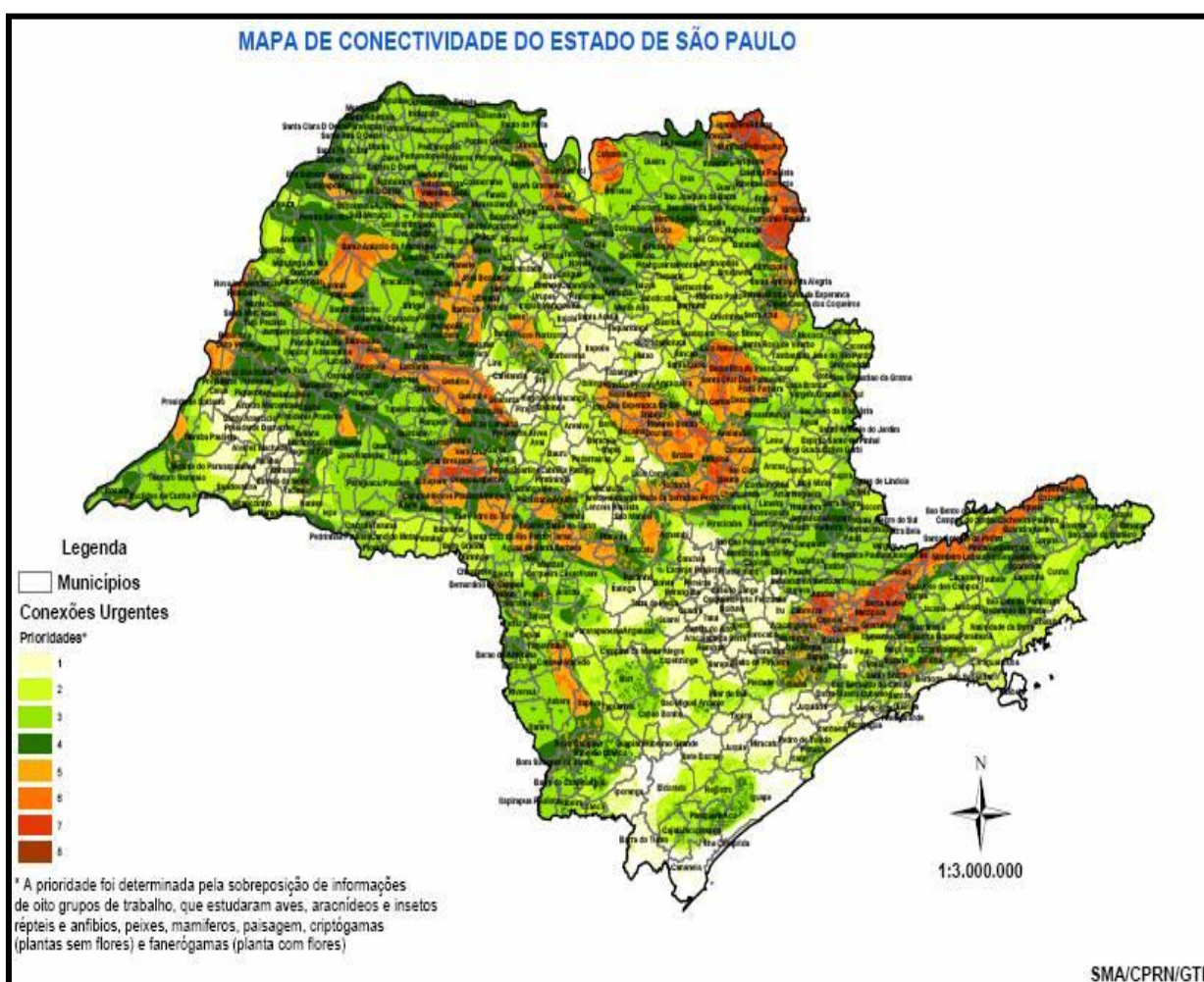


Figura 3: Mapa de conectividade do Estado de São Paulo, segundo SMA 074/09.

Fonte: Resolução SMA de 074 de outubro de 2009.

3.3. Métodos de Mineração e Recuperação Ambiental

3.3.1. Os Principais Métodos de Mineração

Segundo Santos (2003) as minas costumam ser diferenciadas de acordo com o local do desenvolvimento das suas operações de lavra: em Minas a Céu Aberto - MCA, quando este desenvolvimento ocorre totalmente em superfície, e em Minas Subterrâneas - MS, quando é abaixo da superfície.

A escolha entre ambos é influenciada por condicionantes de natureza física da jazida, como a sua distribuição espacial e propriedades mecânicas, em associação com parâmetros de natureza econômica (investimentos e custos), podendo ainda envolver considerações de ordem técnicas relativas à disponibilidade de equipamentos, escalas de produção, estabilidade, segurança e condições ambientais.

Quando em MCA os métodos representativos das lavras são caracterizados pela forma de avanço ou equipamentos típicos, tais como lavras de encosta, com formação de cavas secas ou submersas, por tiras, dragagens, desmontes hidráulicos, lavra de maciço ou em matacão no caso das rochas ornamentais.

Os métodos de MS não serão abordados pois este método não é o foco deste estudo.

3.3.2. Os Impactos Ambientais

Segundo Braga (2003) a palavra impacto ambiental pode ser interpretado com impacto positivo e ou impacto negativo, exemplos de impactos positivos são os já citados no item 3.1 e os negativos são os fatores que agredem os meios físicos, biótico e antrópico.

Brum (2000) diz pesquisa que em pesquisa feita no setor industrial brasileiro, em diversos setores, para levantar-se o nível de impactos ambientais gerados pelas indústrias o setor minerário aparece em uma posição preocupante, que demonstra a necessidade de séria avaliação de suas relações ambientais.

De maneira a sintetizar os impactos ambientais, neste estudo só serão abordados os de interferência direta na mineração pelo método de extração por cava submersa que é o foco desse estudo.

O efeito da mineração pelo método de extração por cava submersa, considerando a lavra até o tratamento do minério, está expresso no Tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Impactos ambientais nos três segmentos do meio ambiente

Segmento do meio ambiente	Processo ou fator considerado
Meio Físico	1- Erosão pela água 2- Deposição de sedimentos ou partículas 3- Inundação 4- Escorregamento 5- Movimentação das águas em superfícies 6- Escoamento de das águas em superfície 7- Interações físico-químico e bacterianas no solo 8- Erosão eólica
Meio Biótico	9- Desenvolvimento da vegetação 10- Desenvolvimento da fauna
Meio Antrópico	11- Trânsito

Fonte: IPT, 2003

3.3.2.1. Meio Físico

- Erosão pela água

O processo erosão pela água consiste na desagregação e remoção de solo, fragmentos e partículas de rocha pela ação combinada da gravidade e da água precipitada (pluvial) e de escoamento (fluvial), podendo se manifestar como sulcos, ravinas, voçorocas e piping (erosão interna). (BRAGA, *op. cit*)

As operações da mineração podem alterar este processo, por exemplo: ao realizar movimentação de solo ou rocha que provoca a desestruturação de solos e a exposição de horizontes suscetíveis à erosão como mostra as Figuras 4 e 5, que ao criar superfícies, como os de bota-foras que sem cobertura vegetal, ficam sujeitas à ação erosiva da água.

Os prováveis impactos ambientais decorrentes da alteração desse processo, pelas operações de mineração, são: a aceleração do processo de deposição de sedimentos ou partículas; a perda de solo; e a possível extrapolação da área da mineração atingindo outras



Figura 4: Vista de uma antiga frente de lavra de mineração de areia, onde se observa, ao fundo, o solo apresentando sulcos de erosão.

Fonte: IPT, 2003



Figura 5: Vista de uma frente de lavra de argila, onde se observam sulcos de erosão.

Fonte: IPT, 2003

formas de uso e ocupação do solo, como matas nativas e áreas edificadas. (BRAGA, *op. cit*)

a) Deposição de sedimentos ou partículas

O processo consiste na acumulação ou concentração de partículas sólidas em meio aquoso.

A alteração neste processo se inicia, geralmente, pela intensificação do processo erosivo, portanto, entre as operações de mineração que alteram este processo estão as mesmas que tendem a alterar o processo erosão pela água.

Este processo pode ser alterado, ainda, pelo extravasamento de bacias de rejeito líquido, pelas perdas no processo de beneficiamento (decantação em tanques, peneiramento, decantação em silos, hidrociclonagem, filtroprensagem e secagem) e pelos vazamentos em dutos de transporte de polpa.

Os prováveis impactos ambientais decorrentes da alteração na deposição de partículas sólidas em cursos d' água são: o assoreamento de cursos d' água (que provocará alteração no processo inundação); e o turvamento das águas (que pode interferir no hábitat de organismos aquáticos e comprometer o uso da água a jusante do empreendimento). (BRAGA, *op. cit*)

b) Inundação

Este processo corresponde ao extravasamento das águas de um curso d' água para as áreas marginais, quando a vazão a ser escoada é superior à capacidade de descarga da calha.

A alteração neste processo pode se iniciar pelo assoreamento provocado pela alteração no processo deposição de sedimentos ou partículas, assim, as operações da mineração que podem provocar o assoreamento e conseqüentemente a inundação são as mesmas que intensificam o processo erosão pela água.

Os prováveis impactos ambientais decorrentes de inundações são: a interferência em áreas ribeirinhas (rurais e urbanas) a jusante do empreendimento e a interferência no próprio empreendimento.

As águas podem atingir taludes inferiores de bota-foras e barragens de rejeito, agravando ainda mais o quadro de assoreamento/inundação. (BRAGA, *op. cit*)

c) Escorregamento

Consiste no movimento rápido de massa de solo ou rocha geralmente bem definido quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora de um talude (natural, de corte, de aterro).

O desmonte e a formação de corpos de bota-fora e de bacias de decantação de rejeitos líquidos podem originar taludes íngremes e instáveis, podendo potencializar escorregamentos.

Nos corpos de bota-fora pode ocorrer, ainda, a formação de lençol suspenso, no caso de drenagem interna insuficiente ou ausente, que tende a estabilizá-los e provocar escorregamentos. A significância vai depender do que for atingido quando da ocorrência do evento. Esse problema pode ganhar significância maior após a desativação da atividade, quando pessoas estranhas ao empreendimento podem passar a ter acesso ao local.

Os prováveis impactos ambientais decorrentes da alteração no processo são: danos a edificações e equipamentos dentro do próprio empreendimento e, eventualmente, ferimentos e óbitos. (BRAGA, *op. cit*)

d) Movimentação das águas em subsuperfície

O processo movimentação das águas em subsuperfície corresponde a todo deslocamento das águas no solo ou fraturas de rocha. A alteração neste processo, pelas operações da mineração, pode ocorrer devido à: retirada da vegetação no decapeamento, que implica o aumento da quantidade de água no escoamento superficial e a diminuição da quantidade de água que se infiltra em subsuperfície, provocando, assim, o rebaixamento do nível d' água subterrâneo, criação de uma camada semi-impermeável, como é o caso das barragens de rejeito da mineração de areia, que podem provocar, também, o rebaixamento do nível d' água subterrâneo e utilização de captações de águas subterrâneas.

Os prováveis impactos ambientais decorrentes do rebaixamento do nível d' água subterrâneo são: aumento gradativo da dificuldade de acesso aos recursos hídricos subterrâneos e perdas de pontos de captação. O principal problema decorrente da elevação do nível freático é a possibilidade de ocorrerem desmoronamentos em poços de captação não revestidos. (BRAGA, *op. cit*)

e) Escoamento das águas em superfície

O processo escoamento das águas em superfície consiste no movimento das águas precipitadas da atmosfera, ou aflorantes no solo, e que escoam na superfície de um terreno.

Este processo está relacionado ao processo erosão pela água. Assim, as principais operações da mineração que o alteram são as mesmas que alteram a erosão. Saliente-se que o escoamento das águas em superfície pode ser alterado, também, pelas captações realizadas em cursos d' água e pela instalação de barreiras como bota-foras.

O provável impacto ambiental decorrente das captações realizadas em cursos d'água é a diminuição da disponibilidade hídrica superficial, prejudicando captações existentes a jusante. (BRAGA, *op. cit*)

f) Interações físico-químicas e bacterianas na água e no solo

O processo interações físico-químicas e bacterianas na água e no solo é o conjunto de reações entre substâncias e elementos provenientes ou concentrados nas águas e no solo.

A contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas pode ser mais expressiva a partir de oficinas de manutenção e das unidades de abastecimento, em função de: ocorrência de vazamentos durante a manutenção dos veículos; descarte inadequado de óleo usado; liberação direta para o meio externo da água proveniente da lavagem de veículos, contendo óleos e graxas, rompimento de tanques de óleo usado, de sedimentos retirados de caixas coletoras de óleos, de panos e estopa sujos com óleos e graxas, disposição de forma aleatória de sucatas sujas com os mesmos produtos, rompimento de tanques de combustível e abastecimento de veículos realizado sem cuidados.

A contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas pode ocorrer, também, em função do descarte de forma irregular de lixo gerado nos escritórios, instalações de higiene, cozinha/refeitório, ambulatório, eventualmente em residências existentes na área do empreendimento e do uso de fossa negra nas instalações de higiene ou de fossas sépticas mal construídas.

Especificamente as águas subterrâneas podem ser contaminadas, ainda, a partir de poços instalados no empreendimento sem as devidas proteções sanitárias (cerca, laje superficial, cimentação na porção superior da perfuração, altura adequada da boca e tampa), o que possibilita a contaminação localizada da água subterrânea por agentes poluentes da superfície.

Vazamentos de óleos de motores, que movimentam as bombas nas margens de cursos d' água e boca de poços, podem provocar contaminações localizadas.

O provável impacto ambiental decorrente da alteração no processo é a contaminação do solo e das águas superficiais como mostra a Figura 6, podendo comprometer o uso da água em pontos de captação a jusante do empreendimento e o uso futuro do próprio solo. (BRAGA, *op. cit*)



Figura 6: Observação de uma mancha iridescente indicando a presença de óleo sobre a água, próximo a uma draga de mineração de areia.

Fonte: IPT, 2003

g) Erosão Eólica

A erosão eólica consiste na desagregação e remoção de fragmentos e partículas sólidas, pela ação combinada do vento e da força da gravidade.

As principais operações da mineração que podem alterar este processo são: a disposição de rejeito e a estocagem do produto que expõem uma grande quantidade de partículas sólidas à ação erosiva do vento.

O provável impacto ambiental decorrente da alteração no processo é o aumento da quantidade de partículas sólidas na atmosfera contribuindo assim para a alteração no processo circulação de partículas e gases na atmosfera.

Este processo corresponde à movimentação de partículas sólidas e gases presentes na atmosfera. Além dos corpos de bota-fora e das barragens de rejeito, o processo é alterado

pelo funcionamento de motores, pelo tráfego de caminhões de carga sobre estradas não-pavimentadas, pela circulação de veículos com a carga descoberta, pela perfuração, pela detonação, pelas operações de beneficiamento (britagem, transferência por correias e classificação de brita), pela exposição de pilhas de estocagem; e pelo carregamento do minério em caminhões.

O provável impacto ambiental decorrente é o comprometimento da qualidade do ar, que pode acarretar problemas respiratórios, principalmente em populações vizinhas ao empreendimento, o caso das partículas se depositarem sobre a vegetação, pode haver interferência na respiração vegetal como mostra a Figura 7. (BRAGA, *op. cit*)



Figura 7: Vista da área de uma mineração de rocha para brita, onde se observa, à esquerda, a vegetação coberta de partículas sólidas provenientes da área dos britadores.

Fonte: IPT, 2003

3.3.2.2. Meio Biótico

a) Desenvolvimento da vegetação

O desenvolvimento da vegetação consiste no seu crescimento e reposição natural. As operações da mineração que podem alterar esse processo são as instalações de equipamentos e o decapeamento.

O principal provável impacto ambiental decorrente é a perda de hábitat para a fauna, acarretando perda de abrigo e quebra na cadeia alimentar. (BRAGA, *op. cit*)

b) Desenvolvimento da fauna

O desenvolvimento da fauna abrange aspectos como reprodução, alimentação e deslocamento de representantes da fauna.

As operações da mineração que podem alterar esse processo são aquelas relativas à perda de hábitat, as que geram ruído e as que implicam o deslocamento de caminhões e outros equipamentos.

Os prováveis impactos ambientais decorrentes na alteração desse processo são: morte de representantes da fauna por atropelamento; morte de representantes da fauna por destruição de ninhos e tocas; e incômodos à fauna pela propagação de ruído. (BRAGA, *op. cit*)

3.3.2.3. Meio antrópico

Trânsito

O trânsito consiste no deslocamento de veículos em vias de acesso (estradas e ruas) para trabalho e lazer.

As operações da mineração que podem alterar esse processo são: o transporte do produto, o transporte de insumos para uso na mineração, e o transporte de funcionários.

Os prováveis impactos ambientais decorrentes da alteração nesse processo são: contribuição no aumento de ocorrência de congestionamentos, contribuição no aumento da ocorrência de acidentes de trânsito, cujas conseqüências podem variar de simples incômodos até ferimentos, óbitos e danos a pavimentos. (BRAGA, *op. cit*)

3.4. Recuperação de Áreas Degradadas

De acordo com Brum (2000), as medidas de recuperação visam corrigir impactos ambientais negativos já citados anteriormente e verificados em determinada atividade mineira exigindo soluções especiais. Essas soluções, geralmente utilizadas na mineração, não raramente envolvem aspectos do meio físico.

As principais áreas de um empreendimento mineiro onde medidas de recuperação podem ser aplicadas são:

- Nas áreas lavradas onde algumas das medidas usualmente empregadas são: retaludamento, revegetação (com espécies arbóreas nas bermas e herbáceas nos taludes) e instalação de sistemas de drenagem (com canaletas de pé de talude, além de murundus - morrotes feitos manualmente) na crista dos taludes) em frentes de lavra desativadas. A camada de solo superficial orgânico pode ser retirada, estocada e reutilizada para as superfícies lavradas ou de depósitos de estéreis e/ou rejeitos. A camada de solo de alteração pode ser retirada, estocada e reutilizada na construção de diques, aterros, murundus ou leiras de isolamento e barragens de terra, remodelamento de superfícies topográficas e paisagens, contenção ou retenção de blocos rochosos instáveis, redimensionamento de cargas de detonação em rochas e outras;
- Nas áreas de disposição de resíduos sólidos onde algumas das medidas usualmente empregadas são: revegetação dos taludes de barragens (neste caso somente com herbáceas) e depósitos de estéreis ou rejeitos, redimensionamento e reforço de barragens de rejeito (com a compactação e sistemas de drenagens no topo); instalação, à jusante do sistema de drenagem da área, de caixas de sedimentação e/ou novas bacias de decantação de rejeitos; redimensionamento ou construção de extravazores ou vertedouros em barragens de rejeito; tratamento de efluentes (por exemplo: líquidos ou sólidos em suspensão) das bacias de decantação de rejeitos; tratamento de águas lixiviadas em pilhas de rejeitos ou estéreis; tratamento de águas subterrâneas contaminadas; e,
- Nas áreas de infra-estrutura e circunvizinhas onde algumas medidas possíveis são: captação e desvio de águas pluviais; captação e reutilização das águas utilizadas no processo produtivo, com sistemas adicionais de proteção dos cursos de água naturais por meio de canaletas, valetas, murundus ou leiras de isolamento; coleta (filtros, caixas de brita, etc.) e tratamento de resíduos (esgotos, óleos, graxas); dragagem de sedimentos em depósitos de assoreamento; implantação de barreiras vegetais; execução de reparos em áreas circunvizinhas afetadas pelas atividades de mineração, entre outras.

Britar e Vasconcelos (2003) complementam que buscar um entendimento apropriado ao contexto das cidades, a recuperação de áreas degradadas por mineração pode ser considerada como um processo que compreende os procedimentos e medidas necessárias

à rápida estabilização do ambiente e à progressiva instalação de um uso do solo previamente definido.

O objetivo primordial deve ser a estabilidade ou equilíbrio da área em relação ao meio circunvizinho. Para isso, o uso pós-mineração proposto deve estar em conformidade com as condições ambientais e culturais da circunvizinhança e, ainda, ser produtivo, gerenciável e potencialmente sustentável.

Portanto, a estabilização ambiental de uma mineração em meio urbano ou metropolitano constitui-se como um objetivo a ser alcançado preferencialmente em curto prazo, enquanto a instalação e consolidação do uso do solo (reabilitação).

3.4.1. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD

Britar e Vasconcelos (2003) também fazem citações sobre o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, que é o instrumento técnico gerencial e legal que estabelece o conjunto de métodos e técnicas aplicáveis à contenção da degradação em cada área específica, bem como à preparação para um novo uso, após o término da atividade extrativa. Considera as particularidades locais relacionadas ao tipo de mineração e ao ambiente físico, biótico e antrópico no qual se insere cada empreendimento.

O PRAD pode desempenhar, ao mesmo tempo, o papel de instrumento de planejamento e de negociação, sendo potencialmente capaz de integrar e compatibilizar, durante os procedimentos de elaboração e análise, soluções que atendam às intenções do empreendedor, às preocupações e necessidades da comunidade e às missões e atribuições dos órgãos públicos envolvidos, sejam estes federais, estaduais ou municipais.

A aprovação do PRAD deve propiciar a implementação imediata das medidas planejadas, incluindo as que se destinam a preparar a instalação do uso futuro da área. A execução completa do Plano, incluindo as ações de monitoramento e manutenção das medidas executadas, pressupõe o acompanhamento da recuperação por parte da comunidade e dos órgãos públicos até a consolidação do uso do solo pós-mineração.

A observação das características de projetos bem sucedidos de recuperação de áreas degradadas por mineração em países desenvolvidos (Dietrich, 1990) permite destacar os seguintes aspectos comuns:

- os planos de uso do solo pós-mineração consideram o ambiente natural e cultural da região;
- os objetivos da recuperação e do uso do solo pós-mineração são bem definidos;

- o responsável pelas operações no sítio geralmente mantém uma atitude pró ativa em relação aos trabalhos de recuperação;
- a recuperação é conduzida concomitantemente à mineração; e os usos do solo pós-mineração são gerenciáveis e sustentáveis.

3.4.2. Métodos e Técnicas de Recuperação

Segundo Bastos e Silva (2006) as formas de recuperação de minas e pedreiras a céu aberto são infinitas, dependendo do projetista, do promotor, da função e dos objetivos definidos para cada espaço, das condicionantes do local, dos materiais disponíveis e, por último, do capital que se pretende investir.

O termo recuperação, como é usado no contexto mineiro, tem uma aplicação alta, em que os objetivos principais incluem a estabilização do terreno, a garantia de segurança pública, a melhoria estética e a devolução do espaço para algo considerado, dentro do contexto regional, um propósito útil.

Os diferentes modelos de recuperação podem ser agrupados em três tipos principais: a restauração, a reabilitação e a reconversão.

A restauração tem por objetivos devolver o estado original removendo a causa de degradação, ou seja, envolve a restituição mais pura possível ao estado preexistente.

A reabilitação pressupõe uma recuperação das funções e processos naturais dentro do contexto da perturbação, ou seja, produzindo um ecossistema alternativo compatível com a envolvente, cuja recriação se pode aproximar em maior ou menor escala do estado ideal (situação clímax).

A reconversão visa uma utilização do espaço para outros usos, distintos dos originais, ou seja, substitui o ecossistema original, não obrigando necessariamente, à revegetação das áreas.

Segundo Sousa (1993) existem quatro tipos de intervenção como mostra a Figura 8. O renivelamento (enchimento completo), o enchimento parcial ou médio (enchimento quase completo, enchimento reduzido e enchimento pouco significativo), a manutenção (enchimento mínimo) e o abandono controlado (ausência de enchimento).

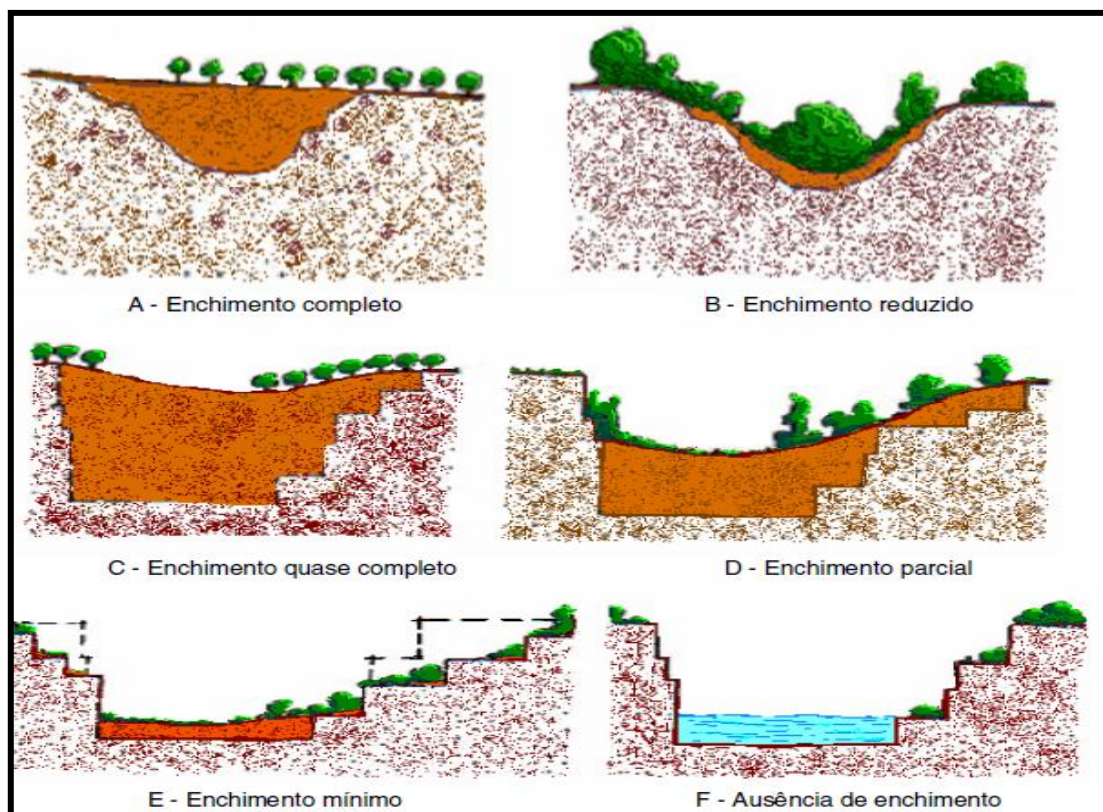


Figura 8: Esquema dos tipos de intervenção na recuperação de minas e pedreiras a céu aberto.
Fonte: Bastos e Silva (2006)

A reposição exata da situação existente antes da implantação de uma área de mineração, ou seja, a restauração da área só se justifica se existirem meios de restabelecer a morfologia, a qualidade dos solos bem como quando a qualidade do meio ambiente original era suficientemente importante para justificar essa opção.

A reconversão encontra-se, na maioria dos casos, limitada por dois aspectos principais: inutilidade da área e na perda de um uso futuro.

Assim se percebe porque é a reabilitação, a solução mais adequada na recuperação de áreas interferidas pela mineração. É também esta opção, na maioria dos casos, a mais fácil e que reúne maior consenso por parte das entidades licenciadoras.

A revegetação descrita a seguir, constitui em um dos vários métodos e técnicas usados para recuperar uma área degradada. Neste trabalho estarei citando somente este, pois se citasse todos os demais, sairia do foco proposto inicialmente.

3.4.2.1. Revegetação

Silva (1995) propõe para as minerações de agregados utilizados em construção civil, como o caso das extrações de areia instaladas em setores considerados por lei como áreas de preservação permanente na região do Vale do Paraíba (SP) a recuperação por meio de revegetação, com base em modelos sucessionais em duas etapas.

A primeira, através do plantio de espécies pioneiras e secundárias iniciais, mais agressivas e de rápido crescimento, de modo a propiciar as condições necessárias ao enriquecimento posterior.

E a segunda, através do plantio de espécies arbóreas secundárias tardias e climáticas, de modo a aumentar a biodiversidade local e recuperar as áreas de preservação permanente para que cumpram seu papel natural de abrigar a flora e a fauna silvestre, proteger o solo e os recursos hídricos e propiciar a melhoria da paisagem.

Nas áreas situadas ao longo da margem do rio, recomendam o plantio misto de espécies nativas.

Nas bordas das cavas e outras áreas não consideradas de preservação permanente, sugerem o plantio homogêneo de espécies exóticas na primeira etapa, em razão do baixo custo e maior eficiência na proteção e estabilização do solo.

O papel desempenhado pelo calcário utilizado na correção da acidez do solo, como possível causador dos problemas, é discutido por Weissberg (1995) que constatou, entretanto, o bom desenvolvimento da serapilheira e da vegetação rasteira (capim gordura), sendo esta última controlada com o uso de espécies sombreadoras (leguminosas) que a transformam em adubo verde.

Embora reconhecendo que trabalhos com exóticas podem ter relevância, Griffth et al. (1996) destacam e analisam os resultados de pesquisas com o uso de espécies nativas e propõem uma abordagem alternativa, reformando as práticas atuais com base no que denominam de modelo bioeconômico ideal, executado em duas fases:

- a primeira, composta de rápido crescimento da vegetação em locais degradados e preparados também para receber, posteriormente, propágulos provenientes das comunidades naturais da região e facilitar sua germinação e crescimento em comunidades vegetativas mais evoluídas;
- e a segunda, com manipulação da dinâmica sucessional para alcançar uma paisagem auto-sustentável e harmoniosa, de acordo com o uso da terra previsto no programa de recuperação da área. (GRIFFTH *et al*, 1996).

a) Arborização Dispersa da Área de Mineração

Segundo Britar e Vasconcelos (2003) compreende no plantio de mudas de espécies vegetais arbóreas, distribuídas de maneira aleatória na área do empreendimento. Geralmente, é praticada com a finalidade de atenuar o impacto visual causado pelos contrastes existentes na mineração e proporcionar um ambiente de trabalho mais agradável.

Inclui-se ainda, particularmente ao longo e proximidades dos limites do empreendimento, o objetivo de evitar invasões e ocupações de terra e, com isso, protege-se a propriedade em que a mina está instalada.

b) Remoção, Estocagem e Utilização da Camada Orgânica do Solo Superficial, em Áreas Ativas

Envolve a remoção, estocagem e utilização da camada orgânica do solo superficial ou laterítico, que compreende os horizontes pedológicos O (composto de restos vegetais, também denominada de serapilheira) e A (composto por mistura de matéria orgânica e mineral), com um total comum de cerca de 20 a 40 cm de espessura.

Visa utilizar o solo nos trabalhos de revegetação, como na cobertura de áreas lavradas e pilhas de estéreis ou rejeitos, formando a base para a instalação subsequente de cobertura vegetal.

Em frentes de lavra que ainda apresentam cobertura vegetal original e significativa, a remoção do solo deve ser precedida de desmatamento e destocamento.

Deve ser realizada concomitantemente às atividades produtivas, iniciando-se durante as operações de decapeamento e lavra, por meio de tratores de esteira e caminhões como mostra a Figura 9.

Deve ser feita, ainda, a separação entre os horizontes O e A há casos em que a separação das camadas de solo orgânico (O e A) não pode ser realizada, em virtude de sua pequena espessura ocorrente, como se verifica em algumas situações de pedreiras instaladas no topo de elevações topográficas.

A disposição do solo em local adequado, em leiras de 1 m de altura por 2 m de largura, aproximadamente, bem como o plantio de leguminosas, deve ser considerada quando não há perspectiva de uso do solo, para recuperação de outros setores da área de mineração em curto prazo, com o objetivo de conservá-lo e enriquecê-lo com nutrientes.

Normas legais aplicáveis aos casos de mineração de areia por dragagem e por desmonte hidráulico, em cava submersa ou leito de rio no Estado de São Paulo (normas

Cetesb D7.010/90 e D7.011/90, respectivamente), indicam o uso de medidas diversas, entre as quais se destacam a remoção, estocagem e utilização do solo orgânico. (BRITAR E VASCONCELOS, *op.cit*)



Figura 9: Vista de uma frente de desmonte, onde se observa, à esquerda, a retirada das camadas orgânica e argilosa do solo superficial - mais escuras - e exposição do material arenoso a ser lavrado - mais claro (São Paulo-SP).

Fonte: IPT, 2003

c) Remoção, Estocagem e Utilização da Camada Argilosa do Solo Superficial, em Áreas Ativas

Compreende a remoção, estocagem e utilização da camada argilosa do solo superficial ou laterítico (correspondente ao horizonte pedológico B), após a retirada da camada orgânica sobreposta.

A camada de solo argiloso é aplicada principalmente na construção de barragens, diques, aterros, murundus e leiras de isolamento, com a finalidade de reforçar ou altear barragens ou diques de bacias de rejeito, melhorando as condições de estabilidade.

A remoção deve ser executada de modo similar ao da camada orgânica, sendo que a aplicação do material argiloso deve ser realizada com espalhamento e compactação. Essa

camada pode ser também utilizada como base em revegetação, especialmente quando há necessidade de volumes maiores de solo.

A estocagem é também similar ao da camada de solo orgânico, geralmente formando duas pilhas de pequeno volume (cada uma com cerca de 1,5 m de altura e variando entre 3 e 4 m de diâmetro), com o objetivo de evitar a esterilização do solo (especialmente no caso do solo orgânico).

As pilhas são dispostas em pátios de superfície plana e com declividade muito baixa. Não é usual a cobertura, seja com palha ou lona. Em geral, a pilha permanece descoberta durante períodos curtos de tempo. (BRITAR E VASCONCELOS, *op.cit*)

d) Revegetação de Frentes de Lavra Desativadas ou Abandonadas

Aplica-se após retaludamento de superfícies finais de extração mineral que apresentam declividades altas (geralmente superiores a 20%) e cujo eventual preenchimento com material de empréstimo exige volumes bastante significativos.

Caracteriza-se pela execução exclusiva de cortes ou pela combinação de cortes e aterros, em frentes de lavra abandonadas situadas em relevos pouco suaves (morros, morrotes ou colinas) e com presença de solos de alteração ou de rochas sedimentares inconsolidadas.

O material de aterro é obtido na própria frente de lavra abandonada. O objetivo é gerar uma sucessão de bermas e taludes, para viabilizar a revegetação.

As dimensões geométricas obtidas apresentam muitas variações, sobretudo na relação entre a largura da berma e a altura do talude.

Devem oscilar em torno de 1:2, com bermas de cerca de 2 a 3 m e os taludes entre 4 e 6 m. As bermas devem apresentar inclinação transversal negativa, ou seja, o caimento no sentido do interior do maciço rochoso ou terroso, com valores pouco superiores a 2°, o que propicia uma condução mais eficaz das águas pluviais, na base do talude, onde devem ser instaladas canaletas transversais.

Após a conformação de bermas e taludes, executa-se a revegetação, por meio de plantio manual de mudas ou de hidrossemeadura.

Normalmente, adotam-se espécies arbóreas nas bermas e herbáceas nos taludes, mas pode ocorrer o inverso.

Devem ser consideradas a propagação e a fixação natural de mudas, correspondentes a espécies vegetais plantadas manualmente nas bermas (como pinheiro),

provavelmente a partir de sementes trazidas por pássaros e pela ação das águas pluviais e do vento.

A revegetação instalada auxilia na estabilidade física dos terrenos, desde que precedida de uma correta análise das condições do meio físico em que se realiza o plantio. Isto ocorre particularmente quanto às suscetibilidades, em especial à erosão, determinadas pela natureza dos terrenos expostos e pela ausência ou presença de solos superficiais (solo laterítico ou horizontes pedológicos O, A e B) e solos de alteração (solo saprolítico ou horizonte pedológico C). (BRITAR E VASCONCELOS, *op.cit*)

e) Revegetação de Taludes em Acessos e Vias Internas, Ativas ou Abandonadas

Abrange o plantio de espécies vegetais herbáceas em taludes de corte existentes em acessos e vias de circulação internas. Tem a finalidade de atenuar o impacto visual, melhorando o ambiente interno de trabalho, bem como reduzir o aporte de sedimentos ao sistema de drenagem existente. A execução pode utilizar técnicas de hidrossemeadura ou de plantio manual de espécies herbáceas, estas últimas por meio de colocação de gramíneas em placas ou touceiras como mostra a Figura 10. (BRITAR E VASCONCELOS, *op.cit*)

f) Revegetação de Taludes Marginais em Lagos Remanescentes

Esta medida tem a finalidade de atenuar os impactos visuais, auxiliares na estabilidade obtida nos trabalhos de regularização e retaludamento das margens dos lagos, bem como propiciar acesso seguro ao lago, em futuras áreas de lazer. A revegetação deve ser feita com plantio manual de gramíneas, em placas ou touceiras, precedida de estabilização e regularização, com eventual abatimento de altura dos taludes marginais. (BRITAR E VASCONCELOS, *op.cit*)

g) Proteção e Manejo da Vegetação Remanescente, em Áreas Ativas ou Abandonadas

Compreende as ações voltadas à proteção e conservação de áreas de mata situadas no contexto ocupado pela mineração.

Estimuladas pela necessidade de atender a exigências legais comumente requeridas pelos órgãos ambientais, essas ações visam também compensar o impacto visual causado pelas áreas degradadas, tanto sob o ponto de vista externo quanto interno.



Figura 10: Revegetação em execução com placas de herbáceas (gramíneas) em talude de via de circulação interna (Itapeccerica da Serra-SP).

Fonte: IPT, 2003

Deve ser executada por meio da identificação, definição e proteção das porções de matas remanescentes, bem como pela aplicação de técnicas de manejo florestal. (BRITAR E VASCONCELOS, *op.cit*).

h) Indução e Manejo da Revegetação Espontânea, em Áreas Ativas ou Abandonadas

Consiste na submissão e controle de áreas degradadas a processos espontâneos ou naturais de fixação e desenvolvimento de vegetação arbórea, arbustiva ou herbácea. Tem a finalidade de revegetar áreas abandonadas no empreendimento.

Pode ser aplicada em antigas frentes de lavra e depósitos de bota-fora, sendo executada a partir da identificação, definição e proteção das áreas degradadas em que se pretende favorecer a recuperação ou regeneração espontânea do ambiente.

O desenvolvimento de espécies vegetais instaladas espontaneamente ocorre com o aporte natural de sementes provenientes de matas existentes nas proximidades, trazidas principalmente pela ação do vento e dos pássaros. Devem ser aplicadas, novamente, técnicas adequadas de manejo florestal. (BRITAR E VASCONCELOS, *op.cit*)

3.5. Uso Pós-Mineração

A região do Vale do Paraíba é atualmente o maior pólo em extração de areia por cava submersa, isso se dá pelo favorecimento da região, tanto na qualidade da areia extraída quanto na proximidade da RMSP, sendo uma das grandes responsáveis pelo abastecimento do mercado da construção civil. Este fato vem se firmando há décadas, e a grande consequência disto são os incontestáveis danos ao meio ambiente.

Com isso vem crescendo cada vez mais a preocupação não só com a degradação causada, mas também pelas lagoas resultantes do processo final de extração, que se apresentam, em grande número. Esse é um grande desafio, encontrar uma destinação adequada e que se integre novamente a paisagem natural compatibilizando atividades econômicas e sociais.

Marcondes Filho *et al* (2007) cita as principais atividades desenvolvidas em antigas cavas de areia existentes no Vale do Paraíba.

3.5.1. Reservatório de água para irrigação

A região do Zoneamento Ambiental Minerário do Vale do Paraíba encontra-se em região de várzeas onde predomina o cultivo do arroz inundado. Diversos rizicultores têm utilizado os lagos formados pelas cavas de areia para bombeamento de água para essa cultura, onde se pode citar como exemplos: Porto de Areia Universo, Caçapava, SP, Porto Tubarão, Taubaté, SP, Areão Ramos III, Tremembé, SP, Areão Santa Cruz, Tremembé, SP, Sociedade Extrativa Piloto, Tremembé, SP, entre outras. (MARCONDES FILHO, *et al*, 2007)

3.5.2. Piscicultura

Diversas cavas de areia antigas da região têm sido utilizadas para criação de peixes em “tanques rede”. O principal e mais conhecido projeto desse tipo no Vale do Paraíba é o da Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, em Jacareí, que foi implantado em 1999 em antiga área de mineração.

A intenção do projeto é a recuperação de cavas de areia abandonadas, reprodução artificial dos peixes da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, além de outras espécies adaptadas à região Sudeste. Outros exemplos desse tipo de atividade na região são: Porto de

areia “Paraíso”, Tremembé, SP, Porto de areia “Moscoso”, Tremembé, SP, Porto de areia “Aquareia”, Tremembé, SP, entre outros. (MARCONDES FILHO, *et al*, 2007)

3.5.3. Pesca esportiva

Outra atividade encontrada nas lagoas formadas por antigas cavas de areia no Vale do Paraíba é a pesca esportiva. No município de Tremembé, SP, locais para pesca esportiva podem ser encontrados nas áreas de antigos portos de areia, como por exemplo: Porto de Areia Jaguarí, Porto de Areia Novareia – área I, entre outros.

Tais áreas são utilizadas com esta destinação há mais de cinco anos e continuam em plena atividade. Apesar de não ter sido concebida para esse fim, pois fora resultado de degradação e abandono da área, a antiga cava do “Porto de Areia Boa Sorte”, em Caçapava, SP, que atualmente encontra-se interligada ao Rio Paraíba do Sul, vem sendo bastante procurada para pesca esportiva, pois segundo freqüentadores, o local serve como “berçário” para diversas espécies de peixe. (MARCONDES FILHO, *et al*, 2007)

Outro bom exemplo segundo Marcondes (2008) é o Pesqueiro e Ceveiro Tata Vargas, que se denominava Porto Rio Verde Extração e Comércio de Areia Ltda, e desenvolveu a extração de areia por 4 anos.

3.5.4. Áreas de lazer

Um exemplo de área de lazer em que integrou uma antiga cava de areia ao paisagismo local é no Porto de Areia Favorita, em Caçapava, SP, onde existe um quiosque com churrasqueira e piscina, onde um Jet Ski é utilizado para prática de esportes náuticos na lagoa existente. (MARCONDES FILHO, *et al*, 2007)

3.5.5. Aproveitamento imobiliário

Segundo SINDAREIA (2001), a área do antigo Porto de Areia IBR em São José dos Campos, SP, onde a jazida foi explorada durante dez anos sem que chegasse à exaustão para que o local pudesse ser recuperado para ter um uso futuro. No local, onde já funcionou um pesqueiro, além do projeto de condomínio residencial, o proprietário estuda a possibilidade de aproveitar a área com a instalação de um clube da colônia japonesa do município .

Outro local onde se utilizou uma lagoa formada por antiga cava de areia para aproveitamento imobiliário da área na região do Vale do Paraíba é na área do antigo Porto

Vale, em Taubaté, SP, onde atualmente vem sendo construído um hotel que integrará a lagoa formada pela antiga cava de areia ao paisagismo local.

3.5.6. Disposição de resíduos classificado da construção civil (RCD)

A utilização de antigas cavas de areia para disposição de resíduos inertes de construção civil já é realidade em alguns locais como na região metropolitana de São Paulo, principalmente na Zona Leste, onde algumas antigas cavas de areia às margens do Rio Tietê foram usadas para tal finalidade.

A Resolução SMA 41/2002 faz referências às cavas de mineração que poderão ser licenciadas para aterros de construção civil e resíduos inertes, após aprovação de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD ou de um Relatório de Controle Ambiental e Plano de Controle Ambiental – RCA/PCA. Para isso, faz-se necessária seleção do material a ser disposto, de acordo com o que estabelece a legislação citada, evitando com isso a contaminação do solo e dos aquíferos.

A Resolução SMA nº 28/99 (Zoneamento Ambiental Minerário) prevê em seu artigo 12º, § 1º, o reenchimento de cavas com material oriundo da construção civil (Norma NBR 10004 da ABNT sobre resíduos inertes classe III), desde que haja estudo técnico específico e aprovação da CETESB.

No município de Jacareí-SP a área do antigo “Porto Itareia”, situada em área industrial, foi licenciada e aterrada com resíduos classificados da construção civil. (MARCONDES FILHO, *et al*, 2007)

3.5.7. Área para abrigo de fauna silvestre

A área das cavas de areia e seu entorno, quando devidamente recuperada, torna-se um ambiente propício para o abrigo de diversas espécies da fauna silvestre, por exemplo, mamíferos, répteis, aves e insetos, além dos microorganismos que acabam por fazer parte de um novo ecossistema que ali foi criado. Mesmo em áreas não tão bem recuperadas a presença de fauna é grande. Na região estudada encontramos diversas áreas de mineração encerradas com esse tipo de condição: Porto de Areia Moicano, Porto de Areia Taijá e Porto de Areia Pantanal, - Tremembé, SP; Porto de Areia Lumajo – Caçapava, SP; Porto Dengoso – Taubaté, SP; entre outras não citadas. (MARCONDES FILHO, *et al*, 2007)

3.5.8. Apicultura

Áreas de antigos empreendimentos após total recuperação florestal da área acabam por se tornar um local propício para criação de abelhas, apicultura. Alguns exemplos desse tipo de atividade na região do Vale do Paraíba são: Porto de Areia Lumajo – Caçapava, SP, e área unificada da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP). (MARCONDES FILHO, *et al*, 2007)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

4.1.1. Localização e acesso

A área objeto deste estudo situa-se no município paulista de Tremembé, ocupando uma faixa da várzea quaternária do rio Paraíba do Sul, estando a aproximadamente 3,0 km ao norte da divisa entre os municípios de Tremembé e Taubaté. Estes terrenos são caracterizados pela ocorrência de seqüências de sedimentos fluviais não consolidados, normalmente com cascalhos na base sobrepostos por areias, silte, argilas e argilas orgânicas. Este empreendimento minerário desenvolve suas atividades no local denominado Fazenda Dom Pepe, na Estrada Municipal do Poço Grande nº 2.800, Bairro Poço Grande, município de Tremembé, estado de São Paulo como mostra a Figura 11 e tem como objetivo a extração de areia, cujas características físicas indicam sua utilização como agregado na construção civil.

Cartograficamente, a área pesquisada situa-se na porção centro-sul da folha Tremembé do IBGE (SF-23-Y-B-V-4) em escala 1:50.000.



Figura 11: Localização do município de Tremembé dentro do Estado de São Paulo.

Fonte: Google maps (2009)

Acessa-se a área a partir da cidade de São Paulo tomando-se a rodovia Aírton Senna ou a rodovia Presidente Dutra no sentido Rio de Janeiro até o trevo da SP-123, rodovia que dá acesso à cidade turística de Campos do Jordão, tomando-se então esta rodovia no sentido norte até o km 13, onde existe uma placa indicando “Granja Piloto”, tomando-se o desvio à direita, passando para uma estrada vicinal de terra. Nesta via deve-se inicialmente percorrer 1,5 km até as instalações do Haras Jupeti, também conhecido como “Granja Piloto”, e depois

de entrar-se nesta propriedade, deve-se continuar por um trecho de 1,0 km até chegar à área do empreendimento. A Figura 12 a seguir mostra o limite do empreendimento.



Figura 12: Limite do empreendimento mineralário.
Fonte: Google Earth (2009)

4.1.2. Aspectos fisiográficos

4.1.2.1. Geomorfologia

A região de interesse, segundo a Divisão Geomorfológica do Mapa Geomorfológico do IPT (1981), está inserida na província geomorfológica do Planalto Atlântico, Zona do Médio Vale do Paraíba. Esta zona é caracterizada por Morros Cristalinos e Planícies Sedimentares, dominando um relevo de colinas amplas, médias e pequenas com espigões locais, além das planícies aluviais e terraços fluviais.

O relevo local é caracterizado predominantemente por planícies aluviais constituídas por terrenos baixos e planos, sujeitos periodicamente a inundações (IPT, 1981). Esta várzea, formada pelo rio Paraíba do Sul, com modesta contribuição local de alguns de seus afluentes, possui diversos “braços mortos” (meandros abandonados) com cota superficial pouco abaixo da média da várzea os quais podem perfeitamente ser identificados

em fotos aéreas, nos mapas do IGC em escala 1:10.000 e nos mapas do IBGE em escala 1:50.000. Estas feições topográficas muitas vezes apresentam-se semi-alagadas.

4.1.2.2. Vegetação e fauna

A várzea do rio Paraíba neste local caracteriza-se pela existência de várias áreas destinadas ao uso agrícola, assim como também é predominante a atividade minerária. A presença de mata nativa no local está restrita a uma pequena área na porção sul do terreno referente a este processo, caracterizando-se como vegetação secundária com estágios de regeneração variando entre inicial e médio.

A fauna local se mostra pouco diversificada, 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: garça branca pequena, gavião e pássaro preto, segundo informações obtidas com o pessoal local. Esta baixa diversidade de espécies deve-se certamente à escassez de matas nativas na região e às influências antrópicas sofridas, principalmente em função do uso agrícola e agropastoril da área de várzea do Rio Paraíba do Sul onde situa-se a área.

4.1.2.3. Hidrologia e Hidrogeologia

A região situa-se na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, ocupando em sua totalidade a várzea deste rio. Pela margem esquerda, onde situa-se a área em estudo, o Ribeirão dos Motas é o único afluente destaque e desemboca a montante da área objeto deste estudo. Ocorrem outros córregos e drenagens de menor porte na área do entorno, porém sem expressão e interesse para o presente estudo.

O nível do lençol freático nas várzeas locais é bastante superficial, ocorrendo desde trechos em que praticamente aflora até locais onde se situa a cerca de aproximadamente 3,0 m de profundidade. Nas colinas e tabuleiros no entorno da área esta profundidade pode chegar a mais de 10,0 m.

4.1.2.4. Clima

O clima da região é classificado, segundo Köppen, como sendo o Cwa ou seja Clima Subtropical com verões quentes e chuvosos. A pluviosidade média anual varia de 1.200 a 1.400 mm. A dinâmica climática é fortemente influenciada pelas massas úmidas provenientes do oceano e pela barreira formada pela Serra da Mantiqueira.

4.1.3. Geologia

4.1.3.1. Geologia Regional

Conforme IPT (1981) a região analisada situa-se no Escudo Atlântico, onde se destacam rochas do embasamento cristalino e sedimentos da Bacia de Taubaté. O primeiro é formado por rochas pré-cambrianas, com predomínio de granitos, gnaisses, migmatitos e xistos diversos, não aflorando na área em estudo.

A Bacia de Taubaté é governada pelo mais importante acidente tectônico cenozóico continental paulista, a tafrogênese, que originou o Graben do Paraíba. Esta bacia, que abriga o grupo homônimo, situa-se na parte mais central e subsidente dessa feição tectônica.

As seqüências sedimentares existentes no Vale do Paraíba relacionam-se basicamente a dois grupos, sendo um correspondente aos sedimentos terciários da Bacia de Taubaté, citados acima e o outro correspondendo a sedimentos quaternárias depositados na várzea pelo rio Paraíba.

Em toda a área em questão ocorrem superficialmente depósitos relacionados a sedimentos quaternários depositados pelo Rio Paraíba em sua várzea. Nesta área ocorre, sob os sedimentos quaternários, a Formação Tremembé. Na área de tabuleiros, fora da área pesquisada, encontramos a Formação Pindamonhangaba, sobre a Formação Tremembé, e na área de colinas encontramos a Formação Resende, já mais ao norte.

A Formação Pindamonhangaba abrange sedimentos arenosos e siltsos, com intercalações pelíticas branca, cinza, amarela e vermelha, com certa imaturidade textural e mineralógica. Dispõem-se em camadas plano-paralelas ou lenticulares.

Os tabuleiros terciários existentes fora da área em questão são constituídos por sedimentos pertencentes à Bacia de Taubaté. Nesta ocorrem superiormente depósitos da Formação Pindamonhangaba, constituídos por alguns metros de arenitos muito finos, siltitos e argilitos claros. Do ponto de vista econômico esta Formação apresenta em determinados locais a ocorrência de uma argila branca tipo "ball clay", utilizada na cerâmica de louças, não explorada no Vale do Paraíba até o momento.

Na Formação Tremembé predominam folhelhos e argilitos de cores geralmente acizentadas, com pequenas intercalações de arenitos, siltitos e brechas intraformacionais. Tratam-se basicamente de depósitos pelíticos de ambiente lacustre fortemente redutor,

comportando porém intercalações de termos mais grossos de origem fluvial atestadas por pelotas de argila e estratificação cruzada.

Esta formação ocorre em toda área sem, contudo aflorar diretamente. Assim, sua ocorrência se dá nos tabuleiros abaixo da Formação Pindamonhangaba ou na várzea abaixo dos sedimentos aluvionares quaternários pesquisados. A Formação Tremembé é constituída por camadas de folhelhos, argilas e lentes de areia. Do ponto de vista econômico possui ocorrências de folhelhos pirobetuminosos explorados no passado pela Petrobrás, mas atualmente sub-econômicas, além de ocorrências lenticulares e, em certos locais planares, de argilas bentoníticas esverdeadas.

4.1.3.2. Geologia Local

Diversos depósitos aluvionares pré-atuais têm sido descritos ao longo das principais drenagens do Planalto Atlântico. A litologia destes depósitos é muito variada, incluindo folhelhos, argilitos, siltitos e arenitos com intercalações de cascalho, em geral com litificação incipiente, estruturas plano paralelas e estratificação cruzada, e que geralmente atingem poucos metros de espessura.

Na área referente a este processo a várzea do rio Paraíba do Sul é constituída por sedimentos depositados por este rio no quaternário, com espessura superior a 7,2 metros. 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. As barragens construídas à montante, as diversas captações d'água e demais alterações antrópicas neste vale regularizaram o leito deste rio, cujo comportamento meandrante atual é bastante sutil. Este comportamento no passado, foi responsável pela deposição de bancos de areia sob a várzea. Sobre as camadas de areia, normalmente ocorre uma capa de argila com normalmente 1,0 a 2,0 metros, explorada em diversos municípios por pequenas olarias e por algumas 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 é formado por argila ao invés de areia. Em certas áreas localizadas nas bordas da várzea podem ocorrer deposições de turfeiras.

Os sedimentos quaternários detectados nas investigações de subsuperfície realizadas indicam a ocorrência de um modelo de sedimentação que ocorre com certa homogeneidade deposicional na área, apesar de poderem ocorrer variações laterais. Este

modelo de sedimentação é formado por um pacote superficial argiloso, geralmente delgado, que mais próximo a superfície apresenta características de solo orgânico. Abaixo deste ocorre um pacote formado predominantemente por sedimentos arenosos. Este modelo mostra-se favorável às atividades de extração de areia e é representada por depósitos de leitos abandonados ou de barras de meandro, normalmente dispostos mais próximos ao leito atual do rio Paraíba ou de seus afluentes.

4.1.4. Histórico da área

A área de estudo em questão engloba dois processos DNPM. O primeiro processo na parte sul do empreendimento é o 820.061/1999 que foi requerido através de requerimento de pesquisa em 20/01/1999 e obteve a concessão de lavra em 19/04/2005. O segundo processo na parte norte do empreendimento é o 820.996/2001 que foi requerido através de requerimento de registro de licença 30/08/2001 e obteve o registro de licença em 10/10/2001.

O licenciamento ambiental deu-se início com a solicitação da Licença de Funcionamento Parcial referente ao processo CETESB 03/00386/97 que corresponde a uma área de lavra de 16,78 ha, a Licença de Operação foi emitida pelo órgão ambiental em 01/02/2000. Esse processo CETESB abrange em sua totalidade a área de lavra do processo DNPM 820.061/99 e parcialmente o processo DNPM 820.996/2001.

Em 04/10/2005 foi dado à entrada no órgão ambiental o pedido de ampliação deste processo através da solicitação de Licença Prévia e de Instalação, essa ampliação recebeu o numero de processo CETESB 03/00078/04 que corresponde a uma área de lavra de 35,39 ha.

Para iniciar os trabalhos de extração mineral na área foi solicitado ao DNPM em 22/12/1999 uma Guia de Utilização, que é o ato pelo qual o DNPM outorga ao minerador o direito de, excepcionalmente e sob determinadas condições, proceder à lavra de substâncias minerais durante o período de pesquisa da jazida. Sendo possível mediante apresentação da Licença de Funcionamento Parcial concedida pelo órgão ambiental, e com a justificativa de custeio da fase de pesquisa.

4.2. Materiais

4.2.1. Material cartográfico e sensoriamento remoto

O desenvolvimento deste estudo foi possível com a utilização de mapas cartográficos e com o uso de sensoriamento remoto, a seguir em detalhes os materiais utilizados:

a) Produtos de sensoriamento remoto

- Imagem QuickBird colorida com resolução de 0,60m obtida no Google Earth, ano de 2009
- Fotografia aérea colorida de 2006
- Fotografia aérea preta e branco 1953
- Fotografias aéreas oblíquias de sobrevôo obtidas no ano de 2007

b) Material Cartográfico:

- Base Cartográfica do IBGE, escala 1:50.000
- Mapa do IGC, em escala 1:10.000

4.2.2. Equipamentos e softwares utilizados

- Câmera Fotográfica SONY, resolução de 7.2 Mp
- AutoCad 2009
- GPS Garmin e Trex

4.3. Métodos

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados os seguintes métodos: de lavra, de avaliação do uso e cobertura vegetal das terras e da recuperação de áreas degradadas.

Os estudos foram realizados entre os meses de março e outubro de 2009, sendo o desenvolvimento metodológico descrito a seguir.

4.3.1. Seleção e delimitação da área de estudo

Os critérios para a escolha da área de estudo foram basicamente dois:

- a) Melhor localização para o desenvolvimento de um centro de referências, pois como já citado anteriormente em outro capítulo, a região do Vale do Paraíba (Tremembé) é um dos maiores pólos de extração de areia, utilizando o método de extração por cava submersa.
- b) A área localiza-se próxima de várias Instituições de Ensino, inclusive de nível superior, que podem utilizar o projeto como uma planta piloto para o desenvolvimento de pesquisas na área.

A delimitação da área de estudo se baseou nas áreas de lavra estabelecidas pelas poligonais do DNPM e licenciadas pelo órgão ambiental.

4.3.2. Levantamento bibliográfico

Compreendeu as fases de pesquisa, transcrição, descrição e classificação das informações textuais referentes aos seguintes temas: extração minerária, recuperação de áreas degradadas, uso pós-minerário, legislação ambiental e mineração e da área de estudo.

4.3.3. Levantamento de dados

Compreendeu a pesquisa e reprodução do material cartográfico e dos produtos de sensoriamento remoto a serem utilizados.

4.3.4. Avaliação do uso e da cobertura vegetal natural nas fases anterior a lavra, durante a lavra e a situação final da área de estudo

Envolveu a interpretação visual do uso e da cobertura vegetal natural das imagens e fotografias aéreas multitemporais referentes ao período anterior a lavra (1953), durante a lavra (2006 e 2008), assim como o mapa de configuração final da jazida proposta no seu processo de licenciamento.

4.3.5. Caracterização da infra-estrutura e dos processos de extração para a exploração de areia

Descreveu-se o plano e o método de lavra utilizado conforme o previsto na documentação de licenciamento mineral e ambiental, destacando-se método e a infra-estrutura utilizada do início ao fim da lavra.

4.3.6. Levantamento em campo

O levantamento de campo envolveu o reconhecimento da área, o registro fotográfico e a verificação da exatidão do mapeamento. Permitiu identificar os pontos fortes e os pontos fracos para o desenvolvimento do centro de referências, avaliar a infra-estrutura e processos do empreendimento.

4.3.7. Elaboração do plano do centro de referência

Para a elaboração e desenvolvimento do plano de centro de referência, inicialmente definiu-se os objetivos do centro, seu público-alvo e público em geral. Para tanto utilizou-se das informações obtidas pelo levantamento bibliográfico e de campo, sendo possível projetar uma base de 3 pontos-chaves, um programa de atividades e definir a estrutura de funcionamento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Resultados

5.1.1. Avaliação do uso e da cobertura vegetal do solo nas fases anterior a lavra, durante a lavra e a situação final da área de estudo

Apresentam-se os mapas de uso e cobertura obtidos a partir da interpretação de fotografias aéreas (1953, 2006 e 2008) e as plantas de situação do meio físico e biótico nos períodos respectivos (1953, 2006 e 2008) e da planta de configuração final.

A partir dos mapas e plantas foram obtidos os parâmetros de uso e cobertura vegetal do solo da área do empreendimento/lavra e seu entorno, expostos na Tabela 3.

Preferiu-se avaliar todo o entorno, ao invés de somente a área do empreendimento/lavra, porque considerou-se que os dados obtidos seriam mais consistentes, por esse motivo os mapas obtidos das fotos aéreas e plantas de meio físico e biótico obtidos a partir destes estão em escala macro de visualização.

Os valores dos parâmetros obtidos são apresentados da seguinte forma em absolutos (ha) e relativos (%), quantificando e avaliando o uso e cobertura do solo nas diferentes fases.

Tabela 3: Parâmetros de uso e cobertura vegetal do solo.

Mata nativa
Área construída
Banco de areia
Pastagem
Outras culturas
Área do rio
Lagoa de extração
Áreas em mineração
Áreas em recuperação

Fonte: Almeida¹ (2009)

5.1.1.1. Fase anterior

A seguir a foto carta exposta na Figura 14, é a reprodução da uso e cobertura do ano de 1953, que a partir deste, utilizando a foto interpretação foi possível à composição da planta do meio físico e biótico do ano de 1953, exposto na Figura 15. Em seguida é possível observar a Tabela 4 com os valores dos parâmetros encontrados nesta paisagem e ainda a Figura 13 com gráfico dos valores encontrados com a exposição dos valores de área em (ha).

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

Tabela 4: Uso e cobertura natural ano de 1953.

Uso e cobertura do solo em 1953	Área (ha)	Área (%)
Pastagem	230,44	40,43
Outras culturas	216,89	38,05
Mata nativa	92,09	16,16
Área do Rio	22,97	4,03
Banco de areia	6,32	1,11
Área construída	1,30	0,23
Lagoa de extração	0,00	0,00
Áreas em mineração	0,00	0,00
Áreas em recuperação	0,00	0,00
Total	570,00	100,00

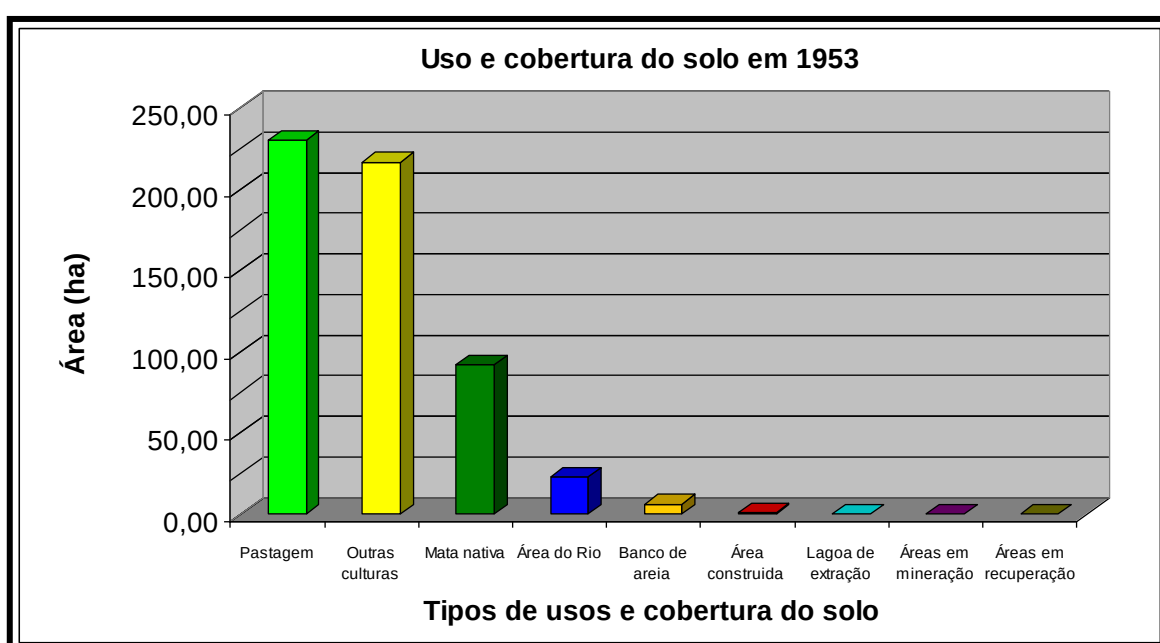
Fonte: Almeida¹ (2009)

Figura 13: Gráfico de uso e cobertura do solo em 1953.

Fonte: Almeida¹ (2009).¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

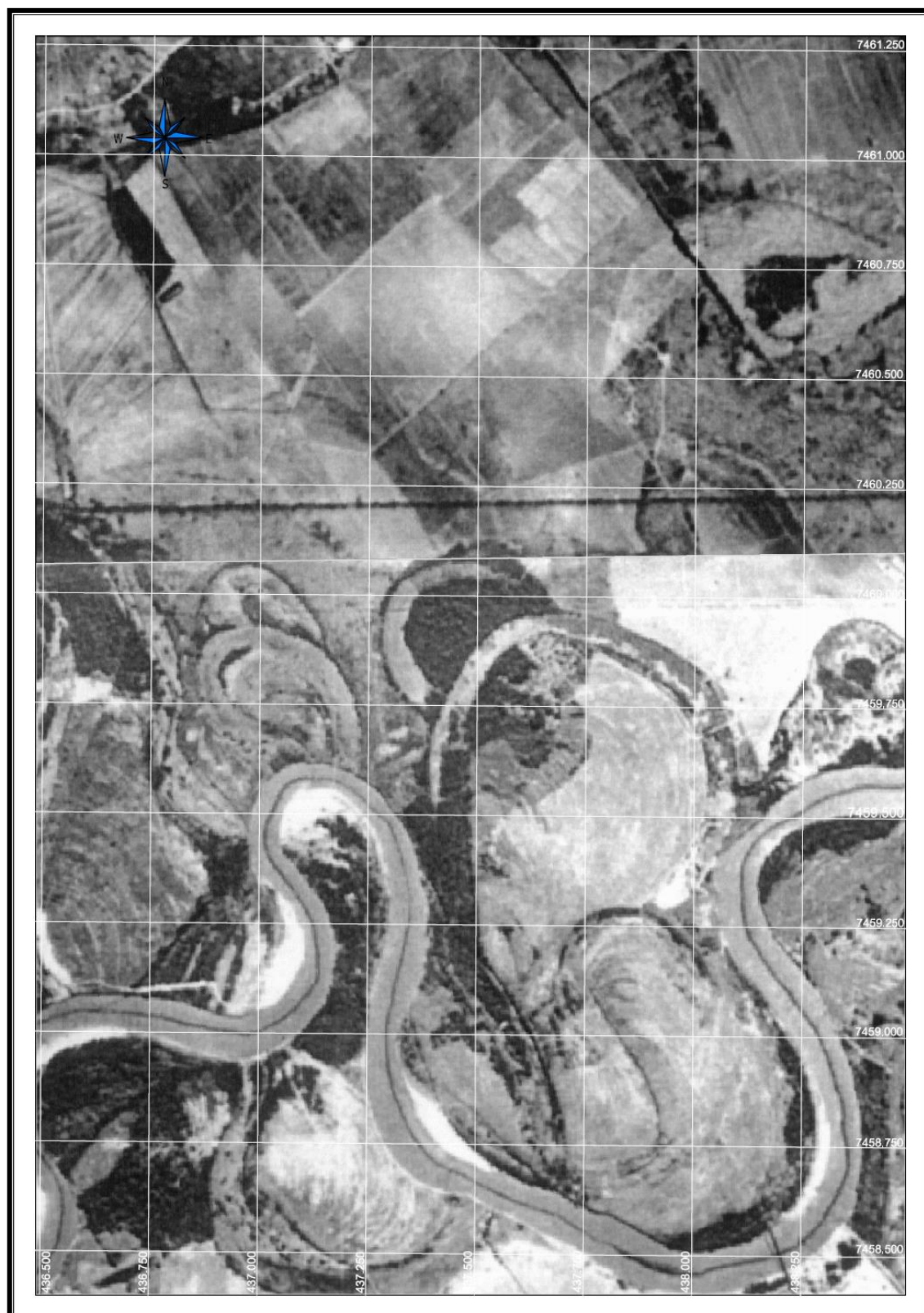


Figura 14: Foto-carta de 1953.
Fonte: Aerofotogrametria Cruzeiro do Sul (1953)

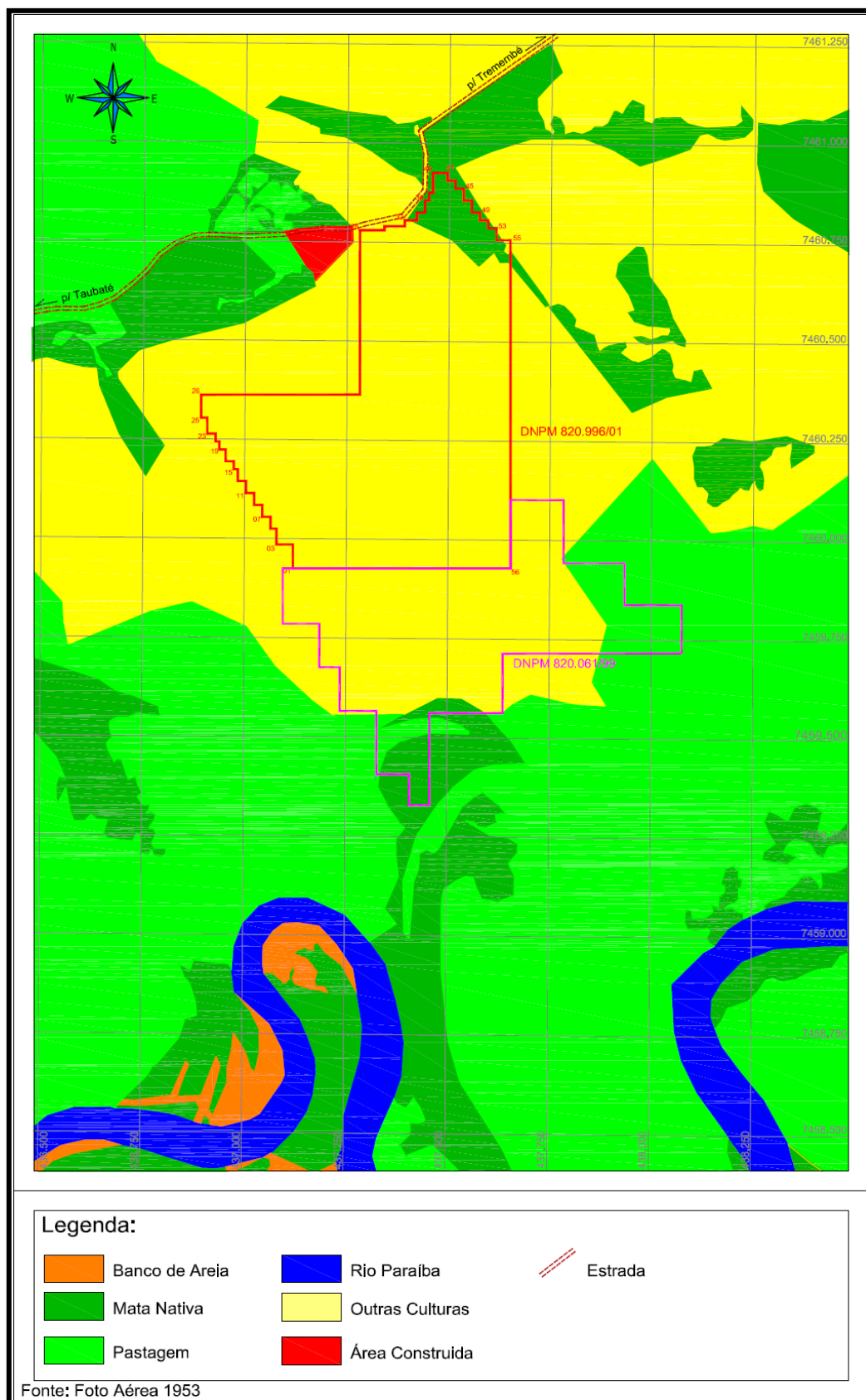


Figura 15: Planta do meio físico e biótico ano de 1953.

Fonte: Almeida¹ (2009)

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

5.1.1.2. Fase de desenvolvimento da lavra (2006 e 2008)

A seguir o mapa exposto na Figura 17, é a reprodução da foto carta de 2006, que a partir deste, utilizando a foto interpretação foi possível à composição da planta do meio físico e biótico do ano de 2006, exposto na figura 18. Na Tabela 5 os valores dos parâmetros encontrados nesta paisagem e ainda na Figura 16 o gráfico com a exposição dos valores de área em (ha).

Tabela 5: Uso e cobertura do solo ano de 2006.

Uso e cobertura do solo em 2006	Área (ha)	Área (%)
Pastagem	227,32	39,88
Outras culturas	127,83	22,43
Lagoa de extração	86,42	15,16
Áreas em mineração	46,00	8,07
Área construída	37,86	6,64
Mata nativa	35,14	6,16
Área do Rio	9,43	1,65
Banco de areia	0,00	0,00
Áreas em recuperação	0,00	0,00
Total	570,00	100,00

Fonte: Almeida¹ (2009)

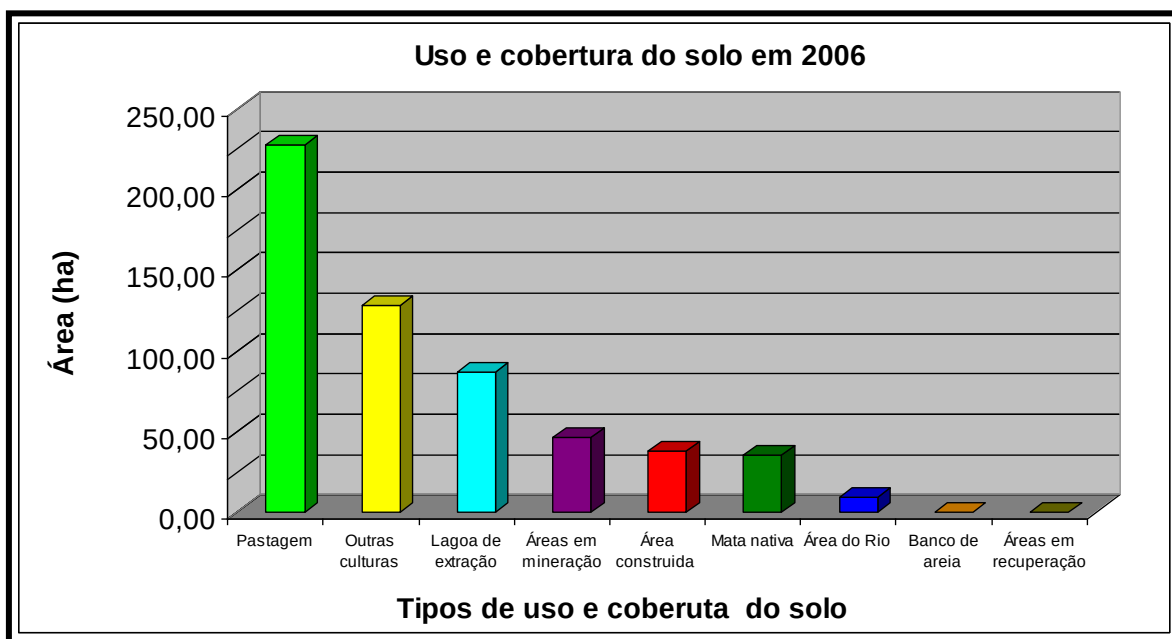


Figura 16: Gráfico do uso e cobertura do solo em 2006.

Fonte: Almeida¹ (2009).

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.



Figura 17: Foto-carta de 2006
Fonte: Base Aerofotogrametria (2006)

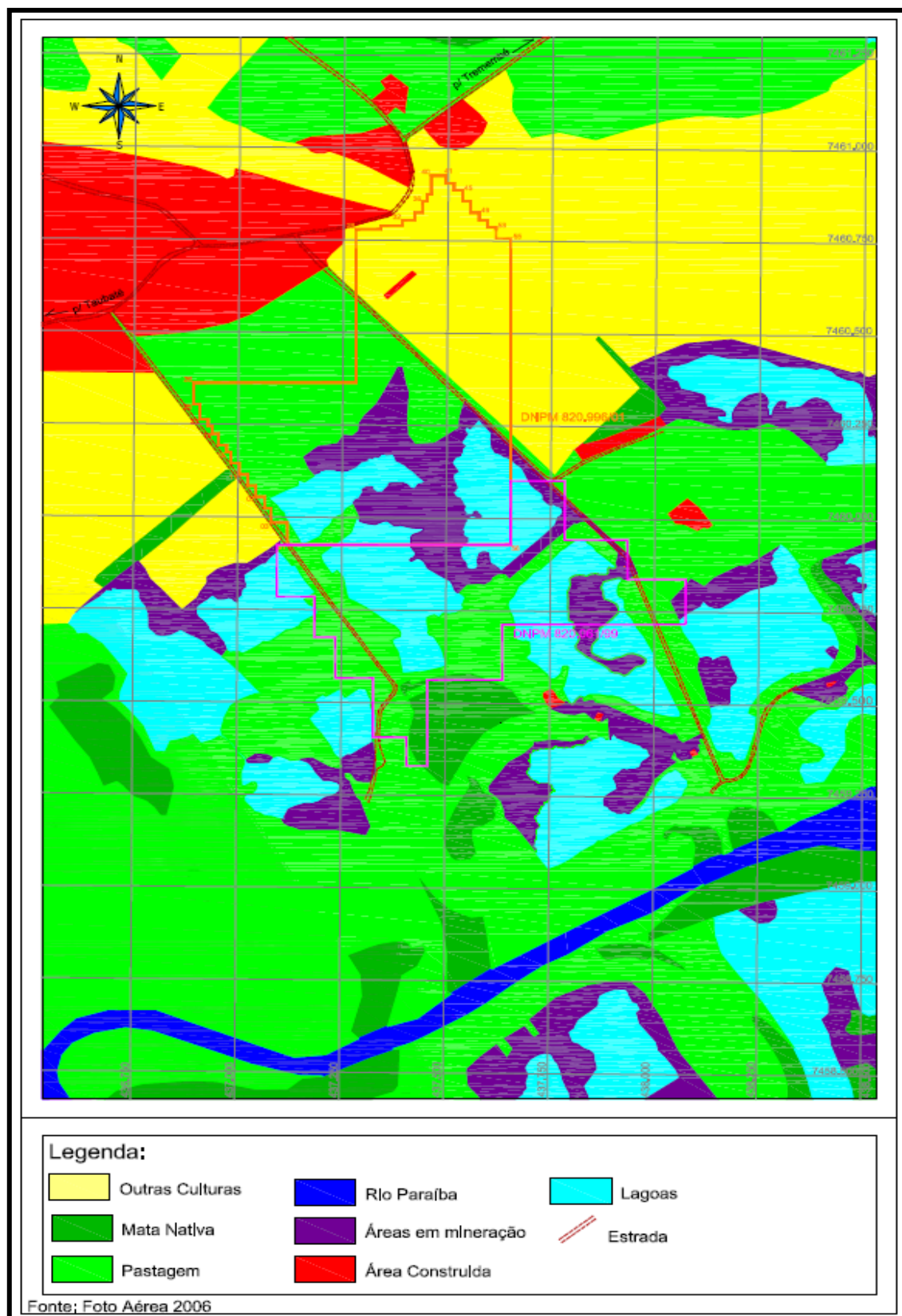


Figura 18: Planta do meio físico e biótico ano de 2006.
 Fonte: Almeida¹ (2009)

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

A seguir o mapa exposto a partir da foto carta na Figura 20, é a reprodução da paisagem do ano de 2008, que a partir deste, utilizando a foto interpretação foi possível à composição da planta do meio físico e biótico do ano de 2008, exposto na Figura 21. Na Tabela 6 encontra-se os valores dos parâmetros encontrados nesta paisagem e ainda na Figura 19 o gráfico com a exposição dos valores de área em (ha).

Tabela 6: Uso e cobertura do solo ano de 2008.

Uso e cobertura do solo em 2008	Área (ha)	Área (%)
Lagoa de extração	137,49	24,12
Outras culturas	126,88	22,26
Pastagem	119,51	20,97
Áreas em mineração	53,35	9,36
Áreas em recuperação	49,56	8,69
Mata nativa	37,26	6,54
Área construída	34,21	6,00
Área do Rio	11,74	2,06
Banco de areia	0,00	0,00
Total	570,00	100,00

Fonte: Almeida¹ (2009)

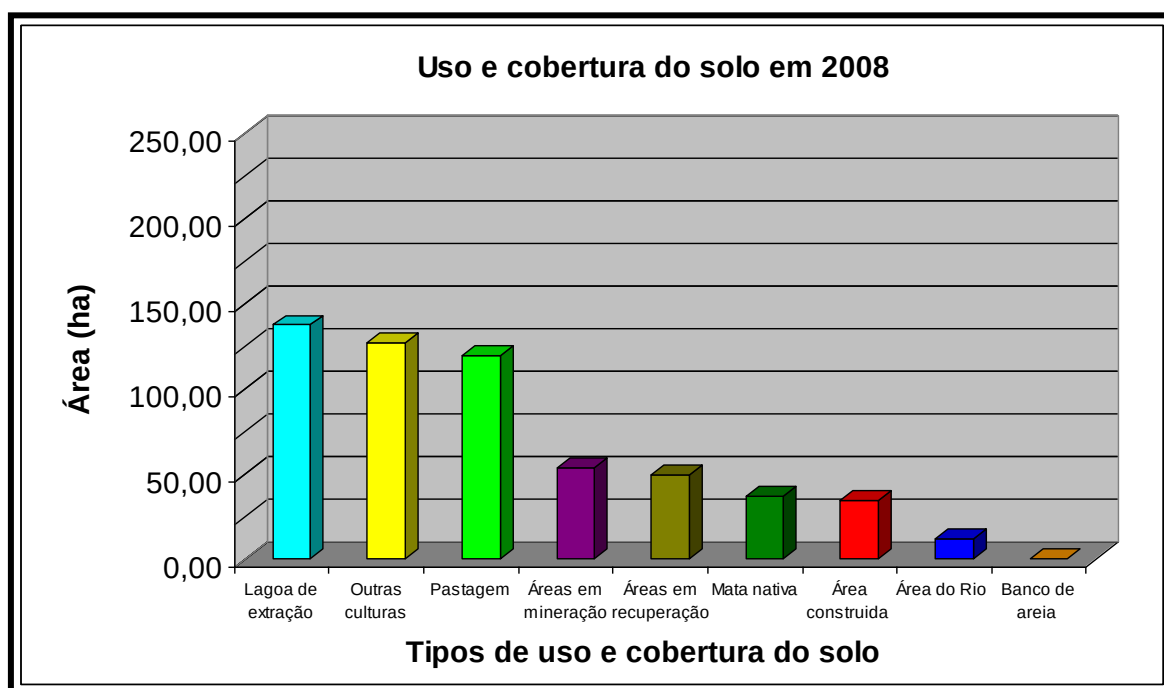


Figura 19: Gráfico do uso e cobertura do solo em 2008.

Fonte: Almeida¹ (2009)

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

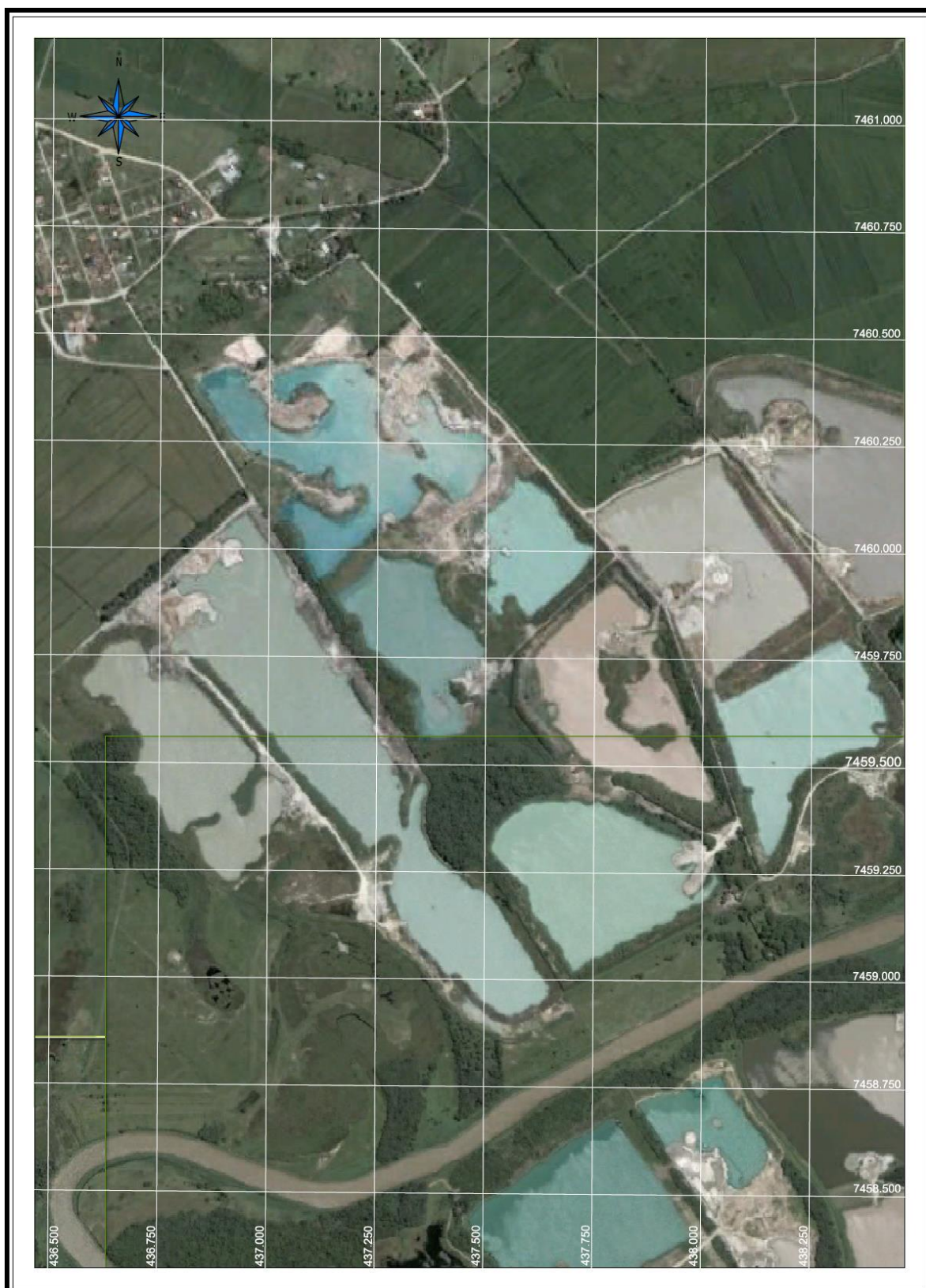


Figura 20: Carta-imagem QuickBird Google Earth 2008.
Fonte: Google Earth (2009).

5.1.1.3. Projeção da Fase final

A projeção Final, como se trata de um cenário futuro é possível através somente da planta da Configuração Final da jazida exposta na Figura 22. Que retrata como ficará a área de estudo depois de encerrada as atividades minerarias. Sendo que o cenário no entorno da área de estudo é impossível prever. Na Tabela 7 estão expostos os valores das áreas.

Tabela 7: Áreas da configuração final da jazida.

Configuração final da jazida	Área (ha)
Lago 1	16,29
Lago 2	16,42
Área recuperada	11,53
Área total	44,24

Fonte: Almeida¹ (2009)

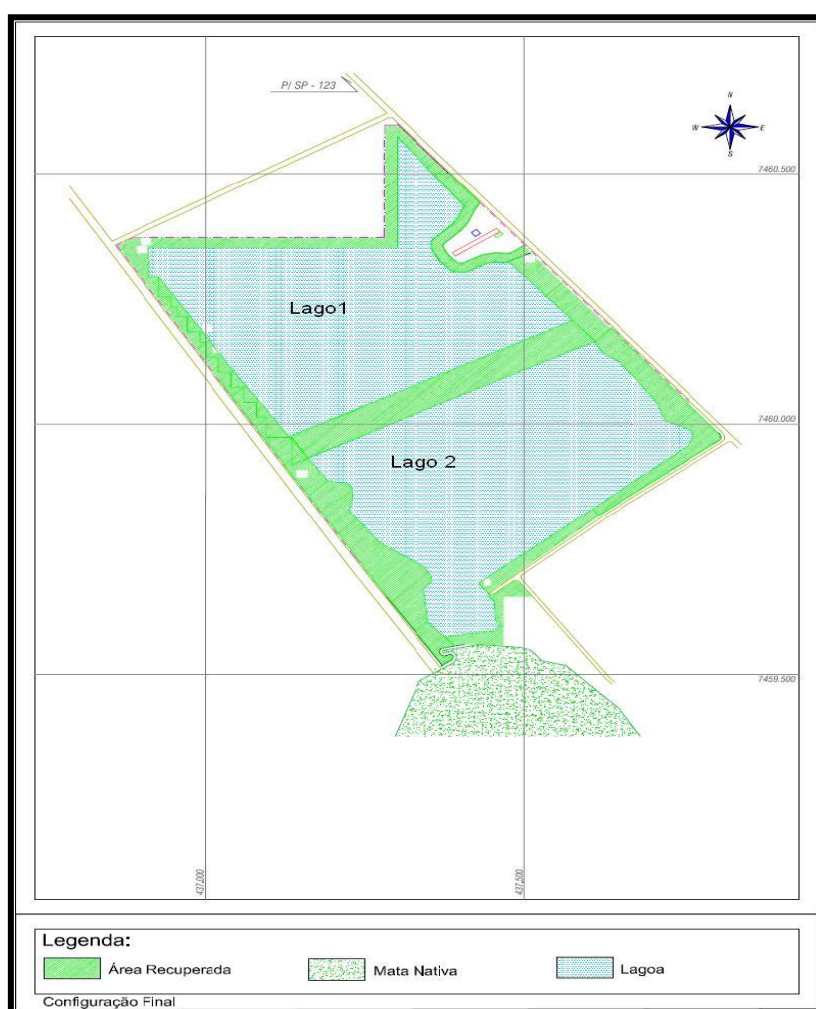


Figura 22: Planta de Configuração Final da Jazida.
Fonte: Almeida¹ (2009).

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

Ainda sobre a configuração final da jazida, as intenções de recuperação ambiental, seguiram as condições impostas pelo órgão licenciador e os lagos 1 e 2 que termos ao final da atividade minerária, terão uma borda de 15 metros reflorestada e ainda entre elas uma faixa de 50 metros também totalmente reflorestada.

5.1.1.4. Avaliação final e descrição dos parâmetros analisados e quantificados

Após análise individual de todos os mapas e plantas apresentadas, procurou-se estabelecer uma relação entre eles com o objetivo de avaliar os danos causados na área de estudo, desde antes a implantação da atividade minerária. A seguir apresentam-se a Tabela 8 com o comparativo das três tabelas anteriores e a Figura 23 com o gráfico que mostra a evolução dos parâmetros analisados e quantificados.

Tabela 8: Comparação do uso e cobertura do solo entre os anos de 1953/ 2006/ 2008.

Comparação	1953		2006		2008	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Mata nativa	92,09	16,16	35,14	6,16	37,26	6,54
Área construída	1,30	0,23	37,86	6,64	34,21	6,00
Banco de areia	6,32	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00
Pastagem	230,44	40,43	227,32	39,88	119,51	20,97
Outras culturas	216,89	38,05	127,83	22,43	126,88	22,26
Área do rio	22,97	4,03	9,43	1,65	11,74	2,06
Lagoa de extração	0,00	0,00	86,42	15,16	137,49	24,12
Áreas em mineração	0,00	0,00	46,00	8,07	53,35	9,36
Áreas em recuperação	0,00	0,00	0,00	0,00	49,56	8,69
Total	570,00	100,00	570,00	100,00	570,00	100,00

Fonte: Almeida¹ (2009)

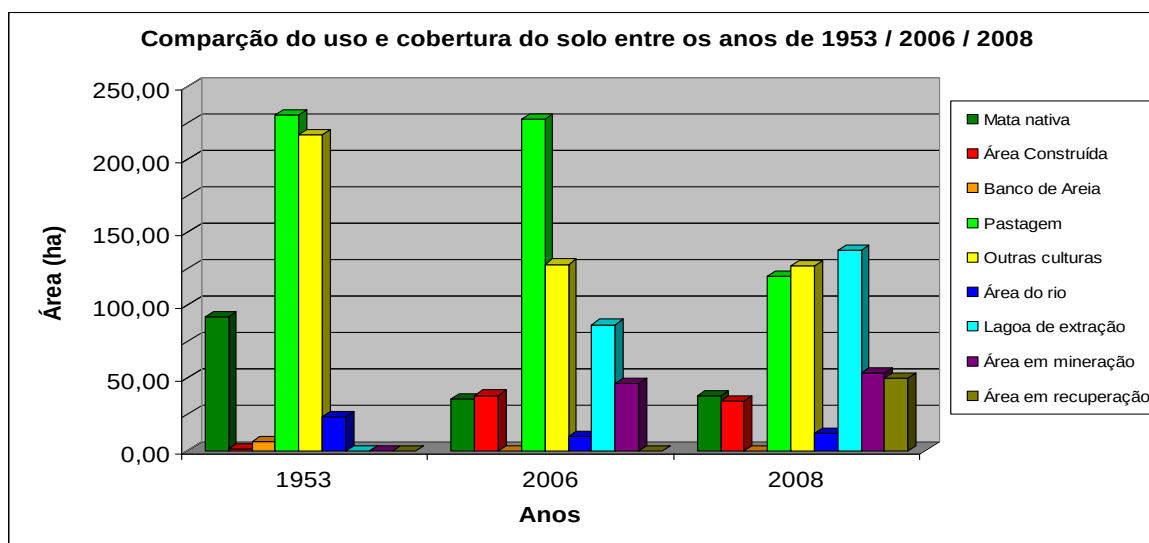


Figura 23: Gráfico da comparação do uso e cobertura do solo entre os anos de 1953/ 2006/ 2008.

Fonte: Almeida¹ (2009)

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

a) Mata nativa

A análise que se faz em referência a mata nativa, é que desde 1953 encontrava-se poucos fragmentos desta mata, que pertence à formação vegetal Floresta Estacional Semidecidual, sub-classificada de Floresta Aluvial que segundo Morelli (2002) está relacionada aos ambientes que compõem as planícies aluviais e as colinas no embasamento cristalino do Paraíba do Sul até a faixa altimétrica dos 800 m.

Na análise quantitativa representa em torno de 16,16% em relação aos demais parâmetros analisados. Pode-se observar que isso ocorreu em função da forte invasão da agricultura e áreas de pastagens principais culturas de subsistência regional da época.

Nos períodos de 2006 e 2008 observa-se que há uma equivalência, sendo respectivamente 6,16% e 6,54%, representando uma diferença de 0,38% a mais entre os dois períodos, ou seja, no decorrer de 2 anos. Fazendo essa mesma relação de períodos entre 1953 e 2008, temos uma diferença significativa de 9,62% a mais entre os dois períodos, ou seja, no decorrer de 55 anos. Isso significa que supressão dessa floresta dentro deste período de 1953 a 2008 foi de 0,17% por ano, portanto maior que na relação dos períodos atuais de 2006 e 2008 que representa uma supressão de 0,12%.

Com esses resultados chegamos a conclusão que embora tardia, a conscientização ambiental tem surtido efeito, pois a porcentagem da supressão dessa mata mostra-se reduzida.

b) Área construída

A área construída no ano de 1953 era predominantemente de propriedades rurais, que davam suportes as atividades agrícolas. Porém é mínima sua relação quantitativa com aos demais parâmetros analisados, sendo de apenas 0,23%.

Nos períodos atuais de 2006 e 2008 esse cenário em nível local teve uma mudança significativa, pois com a expansão urbana áreas antigamente destinadas somente à zona rural, passaram a abrir espaços para loteamentos populacionais e a desenvolver outras atividades além da agrícola e pastoril, com a atividade minerária. No entanto, na área de estudo a relação quantitativa desse parâmetro é respectivamente de 6,64% e 6,00%, ou seja, houve um acréscimo na área construída de 5,77% comparando-se o período de 1953 a 2008.

Contudo a relação dos anos de 2006 e 2008 demonstrou um comportamento atípico, tendo uma redução da área construída em 0,64%, isso ocorreu em função da existência de

antigas olarias de argila na área onde hoje há a existência de área de mineração e que supostamente as olarias de argila foram demolidas para dar lugar a essa nova atividade.

c) Banco de areia

O fato de este parâmetro ser exclusivo da paisagem natural do ano de 1953 é fator muito relevante, pois caracteriza um fenômeno que ocorria nas margens do Rio Paraíba do Sul e que talvez fosse um dos principais fatores responsáveis pelo rio hoje ser um pólo no setor de mineração.

Esse fenômeno caracteriza-se pela constante mudança de direção ao longo da planície aluvial, gerando curvas bem acentuadas, chamadas de meandros, ocorrendo devido a um processo continuado de erosão e deposição em razão das variações de maior ou menor energia e carga fluviais durante as várias estações do ano.

As margens externas do meandro, centrífugas da corrente fluvial, apresentam barrancos progressivamente erodidos, e na margem interna ocorre à deposição, principalmente de areia. Este processo leva a acentuar a curvatura do meandro que acaba formando uma volta inteira e sendo truncado em um ponto por onde passa a escoar a corrente fluvial deixando o meandro antigo abandonado e fechado como um lago em forma de U.

Todas essas características, a de depósitos constante de areia ao longo de vários anos e a dos meandros abandonados foram responsáveis, pelas formações dos pacotes de areia explorados pela mineração.

Hoje ainda é possível observar os vários meandros existentes ao longo do Rio, porém não existe mais o constante depósito da areia, uma vez que em função de vários fatores o rio foi ganhando curvas menos acentuadas, chegando até a ter um sentido retilíneo em alguns trechos, como é possível observar no trecho da área de estudo.

Na análise quantitativa o valor desse parâmetro analisado em relação aos demais é de 1,11% e só é maior que o de área construída.

d) Pastagem

A palavra pastagem faz sugestão à palavra pasto, cujo significado vem de terreno com vegetação utilizada para alimentação de gado. Como já citado anteriormente o cultivo de pasto era uma das principais atividades econômicas desenvolvidas na área de estudo. E no ano de 1953 essas áreas representavam 40,43%, ou seja, é o maior índice na análise quantitativa entre os demais parâmetros neste período.

Com o crescimento descontrolado das áreas de pastagens não somente para a criação de gado como também para aberturas de novas áreas de cultivo agrícola, talvez seja esse o grande responsável pelo alto índice de desmatamento da mata nativa no período de 1953 e anterior a ele, pois ainda não se tinha a consciência do dano ambiental causado.

Nos períodos atuais de 2006 e 2008, houve uma mudança singular mais precisamente em relação ao ano de 2008, pelo fato de se decorrerem somente 2 anos entre um período e outro.

No ano de 2006 a pastagem representa 39,88% da cobertura natural em relação aos demais parâmetros analisados no mesmo período. E assim com no ano de 1953 é o maior índice na análise quantitativa, tendo uma pequena perda 0,55% dentre todos os 53 anos decorridos.

Observa-se que isso ocorreu, porque outro parâmetro analisado, outras culturas, perdeu espaço primeiro para os parâmetros que se referem à mineração. Isso provavelmente ocorreu em função do baixo ganho econômico adquirido com a cultura manejada, em contra ponto ao alto ganho econômico gerado com a atividade minerária.

Em controvérsia ao ano de 2006, que como no ano de 1953, teve o parâmetro pastagem, o maior entre os índices na análise quantitativa, no ano de 2008 este índice caiu para o terceiro lugar, equivalendo 20,97% da paisagem natural. O que reflete o aumento predominante da atividade minerária. E a diferença entre os anos 2006 e 2008 é uma perda 18,91% da pastagem.

e) Outras Culturas

Historicamente, a economia Vale Paraibana sempre esteve baseada na agricultura e nas atividades ligadas a terra. Segundo o site valedoparaiba.com (2009) é uma das regiões agrícolas mais importantes de São Paulo, suas terras ainda hoje constituem um sério desafio para o aumento de uma produção racional de cereais, capaz de garantir o seu abastecimento. A ocupação e utilização das várzeas do Rio Paraíba teve início na segunda metade do século passado, com a implantação de colônias agrícolas pelo governo provincial, a partir de 1850, em Lorena, Pindamonhangaba, Taubaté e Paraibuna.

Como já citado anteriormente a atividade agrícola foi uma das principais atividades econômicas desenvolvidas na área de estudo, mais precisamente a cultura de arroz. No ano de 1953 essa atividade ocupava 38,05% da paisagem natural. Nos períodos atuais de 2006 e 2008 novamente houve uma mudança singular. No ano de 2006 outras culturas, representava

uma ocupação de 22,43%, decaindo em 15,62% da análise quantitativa da ocupação na paisagem natural em relação ao ano de 1953. Essa baixa no índice já foi previsto no item anterior, em decorrência da modificação do cenário econômico.

No ano de 2008 o índice de ocupação quase se mantém o mesmo com 22,26%. Portanto comparando-se 2006 a 2008 houve uma baixa na ocupação de outras culturas de 0,17% isso significa que ocorreu uma estabilidade no setor agrícola, que conseguiu se manter juntamente com as atividades minerárias.

f) Área do rio

Observando os valores referentes à área de ocupação do rio Paraíba do Sul, percebemos que houve uma redução de 1953 para o ano de 2006. Em 1953 a ocupação do rio representava 22,97 % da área, e em 2006 representava 9,43% da área total. No ano de 2008 houve uma recuperação da área de ocupação do rio representando 11,74% da área total.

Os três parâmetros a seguir não figuraram no cenário do ano de 1953, em razão da atividade minerária, não atingir a área de estudo neste período.

g) Lagoas de extração e áreas em mineração.

A extração de areia no Vale do Paraíba de acordo com a revista Areia & Britar (2000) foi iniciada no município de Jacareí com o método de extração em leito de rio, no ano de 1949. Inicialmente todo o processo era manual e se dava principalmente nos bancos de areia formados ao longo do rio.

A cidade de Jacareí torna-se a primeira cidade do Vale na década de 50 a extrair areia e a comercializar para a capital São Paulo, isso ocorreu devido a vários fatos entre eles a paralisação da extração de areia nos rios Tietê e Pinheiros. A expansão urbana da cidade de São Paulo e também pela facilidade da inauguração da Rodovia Presidente Dutra que facilitou o acesso do Vale com a Grande São Paulo. (AREIA & BRITAR, 2000)

Na década de 60, a extração começou a ser mecanizada e avançou para o município de São Jose dos Campos e na década de 70 para o município de Caçapava. Nesse período as extrações em leito de rio eram autorizadas e controladas pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento – DNOS. Ainda na década de 70 a extração de areia em leito de rio sofre um declínio devido a construção da barragem de Paraibuna, Paraitinga e Jaguari que

alteraram a dinâmica do rio, diminuindo a sedimentação natural da areia. (AREIA & BRITAR, *op cit*)

Em 1973 a extração em leito de rio é substituída pelo sistema de cava submersa. Na década de 80 a extração de areia pelo sistema de cava submersa começou a estender-se no trecho do rio pertencente ao município de Taubaté. E na década de 90 a extração pelo sistema de cava submersa predominava no Vale e avançava para os municípios de Tremembé e Pindamonhangaba. (AREIA & BRITAR, *op cit*)

Depois de todo este contexto entendemos o porquê é acentuada e gradual a diferença entres os anos 2006 e 2008 nos índices referentes a lagoas de extração e áreas em mineração. Em 2006 as lagoas de extração que se formam em decorrência do sistema de cava submersa é de 15,16% e as áreas de mineração que representam áreas de interesse minerário, pátio de manobras e pátio de beneficiamento com 8,07%.

Em 2008 as lagoas de extração representam 24,12% da cobertura natural da área de estudo, representando um acréscimo de 8,96% na área das lagoas. As áreas em mineração apresentaram valores em acréscimo de, 9,36%.

O que percebemos com esses dados é que houve um acréscimo significativo nas áreas das lagoas de extração e esse aumento da superfície aquática pode causar interferência no micro clima da região, alterando o desenvolvimento da fauna e flora local.

Para isso existem medidas que podem ser tomadas, como o aterramento parcial das lagoas de extração revertendo essas áreas de forma significativa e úteis utilizadas na recuperação florestal da área.

h) Áreas em recuperação

Esse parâmetro só foi realmente evidenciado sendo possível uma análise quantitativa no ano de 2008 onde as áreas em recuperação correspondem a 8,69% da paisagem natural.

No período de 2006 não foi encontrado nenhuma área que se caracteriza como área em recuperação florestal.

As áreas em recuperação representam um ganho significativo, é possível observar que a área em recuperação no período corrente de 2 anos é maior que o fragmento de mata nativa existente ao longo de 55 anos.

5.1.2. Caracterizar a infra-estrutura, os processos de extração para a exploração de areia (projeto /método de lavra) e medidas de controle para alterações ambientais.

Originalmente como já citado a área foi requerida nos órgãos competentes para extração de argila e areia. O Projeto de Lavra originalmente proposto considerou-se essas duas substâncias minerais afim do aproveitamento racional da jazida. Hoje o bem mineral argila encontra-se totalmente lavrado considerando-se que a camada superficial que recobria a areia foi completamente removida. Inicialmente previu-se uma produção mensal de 2.000 m³ para argila e para areia 4.000 m³. Contudo manteve-se a produção mensal para areia até os dias atuais.

A seguir são detalhados os itens do plano de lavra original, onde foram considerados: métodos e os investimentos na área de controle ambiental procurando reduzir o impacto causado pelas implantações e operação de lavra.

5.1.2.1. Método de lavra original

A lavra de areia seguiu a programação da lavra de argila, visto que ambas ocorrem no mesmo ambiente deposicional, ou seja, a várzea do rio Paraíba do Sul. Desta maneira a extração das duas substâncias foi perfeitamente compatível uma com a outra, gerando o aproveitamento racional da jazida.

A lavra foi feita a céu aberto devido ao tipo de jazida e a condição do depósito ser superficial, com pequena camada de cobertura.

Para o início da frente de lavra foi executada a retirada da cobertura vegetal (gramíneas) e da capa superficial do solo orgânico com uma escavadeira Komatsu PC-150, sendo este solo estocado apropriadamente, e utilizado hoje no recobrimento das áreas em recuperação.

O minério argiloso foi extraído utilizando-se também uma escavadeira, que carregou o material diretamente nos caminhões ou estocou-se em leiras para que posteriormente fosse carregado em caminhões basculantes e comercializado. A formação das leiras de argila pode ser observada na Figura 24.

Após a extração da argila ocorreu a exposição do lençol freático, associado ao nível arenoso. Ocorreu conseqüentemente a inundação da cava, permitindo a instalação de uma draga flutuante, mostrada na Figura 25 para a extração de areia. Esta draga está localizada na cava 2, mais ao sul do empreendimento. Na foto é possível observar ao fundo um dos pátios de beneficiamento e na borda da cava o material orgânico estocado.



Figura 24: Detalhe da formação das leiras de argila no ano de 2006.
Fonte: Almeida¹ (2009)



Figura 25: Detalhe da draga flutuante na cava 2, ano de 2009.
Fonte: Almeida¹ (2009).

O método de dragagem em cava submersa, utilizado até os dias atuais, consiste num processo de extração via úmida de areia, por meio de um conjunto de moto-bomba, instalado sobre uma draga flutuante estacionária, que succiona o material e o lança em classificadores

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

instalado no pátio próximo a cava 2 ao sul do empreendimento, como mostra a Figura 26, dispostos às margens da cava aberta.



Figura 26: Classificador de areia instalado próximo do pátio da cava 2, ano de 2009.

Fonte: Almeida¹ (2009).

Em locais onde a areia apresente intercalações que comprometem a pureza do material, ou onde a distância entre o ponto de extração e os classificadores é muito longa, utiliza-se de um tombo intermediário dentro da própria cava, que auxilia na lavagem do produto.

A areia selecionada é armazenada sob o classificador, permanecendo armazenada até o carregamento para a expedição, que se dar com uma pá carregadeira Caterpillar.

Os finos de lavagem mostrado na Figura 27, sobrenadantes do classificador mostrado na figura 25 acima, retornam a cava, mantendo-se assim um circuito hídrico superficial fechado, além de contribuir para a diminuição da profundidade da cava.

O cascalho eventualmente produzido é utilizado no acerto de estradas vicinais, contribuindo para sua compactação. Com o uso de trator de esteiras ou de retroscavadeiras procede-se a recomposição dos taludes marginais à cava e o acerto das áreas de seu entorno onde, em função da legislação ambiental específica, exige-se o reflorestamento com árvores nativas do entorno da cava originada. A Figura 28 mostra um reflorestamento feito recentemente em maio de 2009.

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

A área destinada à lavra é suficiente para todos os trabalhos de exploração, incluindo acessos e áreas para estocagem do minério e do solo orgânico.



Figura 27: Finos de lavagem do classificador, em circuito hidráulico fechado, ano de 2009.
Fonte: Almeida¹ (2009).



Figura 28: Reflorestamento recentemente implantado, localizado na margem direita da borda da cava 1, ano de 2009.

Fonte: Almeida¹ (2009).

5.1.2.2. Medidas de controle para alterações ambientais

As alterações ambientais causadas pelo funcionamento do empreendimento no local são de pequena relevância, não prejudicando sensivelmente o meio biológico ou físico, principalmente se considerarmos o seu porte, as medidas de controle adotadas para

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

minimizá-las e o fato de já existirem diversas extratoras de areia no entorno da área, sendo este tipo de atividade bastante comum e predominante na região.

Os principais impactos que eventualmente poderiam ser observados na área estão descritos a seguir, porém todos são de pequena expressividade, frente às medidas de controle que são adotadas no local.

a) Ruído

As principais fontes de ruídos são decorrentes da operação das máquinas, dragas e caminhões transportadores do bem mineral, deixando de ocorrer com o término das atividades extrativas.

A área de influência deste impacto confina-se principalmente ao local de extração. Desta forma, esta alteração atinge principalmente os funcionários do empreendimento, mais especificamente os operadores das máquinas. Trata-se então de um impacto reversível e de pequena magnitude.

As medidas de controle indicadas para diminuir impacto são:

- uso de silenciadores nas máquinas e adequada manutenção das mesmas;
- uso de protetores auriculares pelos operadores das máquinas;
- realização de exames audiométricos periódicos nos operadores das máquinas; e
- controle no horário de funcionamento dos maquinários.

b) Poeira

Esta alteração ambiental tem origem no arrasto eólico do material depositado nas pilhas de areia. Outro aspecto relacionado a este impacto é o tráfego de caminhões nas vias de acesso não pavimentadas e a operação das máquinas no empreendimento.

A área de influência deste impacto encontra-se restrita principalmente a estas áreas, uma vez que a extração é realizada por via úmida, sem lançamento de poeira. As pilhas de areia, neste caso, são também mínimas e temporárias, em função da umidificação se operar por classificadores.

Deve-se ressaltar ainda que a atividade é bastante comum na área, já existindo diversos portos de areias que geram um grande fluxo de caminhões transportadores nas vias de acesso locais.

Como medidas minimizadoras para este impacto, principalmente nos períodos de estiagem, são adotadas as seguintes:

- aspersão de água nas pilhas de areia, nas vias de acesso ao empreendimento e no pátio de manobras nos períodos mais secos do ano;
- utilização de equipamentos de proteção individual pelos funcionários;
- cobertura dos caminhões transportadores de areia com lona, quando necessário.

Este impacto, como o anterior, possui efeito temporário, visto que com o término da exploração pelo empreendimento, o trânsito de máquinas e veículos transportadores do bem mineral deixará de ocorrer.

c) Degradação da Paisagem e Alteração da Fauna

Essa degradação se relaciona à alteração provocada pela extração de minério do local, contudo este tipo de interferência tornou-se comum na região. Em relação à degradação da paisagem, todos os esforços estão sendo e serão tomados a fim de amenizar este impacto negativo.

Com o encerramento das atividades no local explorado, visto que haverá a remoção completa dos estoques de areia, o alagamento total das cavas é impossível de conter, porém as bordas são aterradas e revegetadas, como se pode observar nas Figuras 29, 30 e 31. O início dos trabalhos de refeioamento dos taludes marginais, a remoção completa dos equipamentos utilizados também será efetuado depois de encerrada a extração.

Tanto ambientalmente como paisagisticamente a estética local deverá ser enriquecida obtendo-se ganho após a recuperação da área, esse ganho seria em relação ao fato de abandono.

d) Poluição Química das Águas por óleos e graxas

Esse impacto pode originar-se durante todo o processo de extração pelo derramamento de óleos e graxas no solo e na água das cavas, quando da utilização do maquinário, ou pelo derramamento dos resíduos da lavagem dos caminhões e equipamentos no local.

Visando atenuar a contaminação no local, o combustível utilizado nos motores dos equipamentos é armazenado num tanque a ser instalado próximo à oficina, provido de bacia de contenção e caixa retentora de óleo e graxa.



Figura 29: Caminhão despejando material de aterro utilizado no refeição da borda da cava.
Fonte: Almeida¹ (2009).



Figura 30: Aterro finalizado, pronto para receber o plantio.
Fonte: Almeida¹ (2009).

O limite da área destinada ao abastecimento possui sistema de drenagem (canaletas) que direciona as águas até a caixa retentora de óleo e graxa, evitando a contaminação da água e solo no entorno. A lavagem dos caminhões e equipamento não é realizada no local, e sim em posto de combustível mais próximo.

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.



Figura 31: Abertura das covas, início do plantio.
Fonte: Almeida¹ (2009).

e) Poluição Física das Águas (Partículas em Suspensão)

Durante o desenvolvimento da extração de areia as cavas são preenchidas com a água do lençol freático, apresentando uma certa quantidade de partículas em suspensão decorrentes do processo de dragagem. Contudo, estas partículas não saem do sistema, que funciona em circuito hídrico superficial fechado como já citado anteriormente. Sendo assim, a poluição física das águas que possa ocorrer limita-se à área de atividades extrativas, sem maiores consequências para o entorno, sendo que, ao final das atividades, estas terão se depositado nas no fundo das cavas.

f) Poluição Biológica das Águas

Este impacto pode ocorrer da disposição incorreta dos efluentes sanitários produzidos nas dependências do empreendimento. A fim de evitar este impacto são utilizadas as dependências sanitárias já existentes no local.

g) Instabilidade de Taludes

Esta é uma alteração que pode ser originada através do processo de extração nas bordas da cava. Porém todos os taludes resultantes após a extração serão reafeiçoados em um ângulo de 17° e posteriormente revegetados, de forma a conter os processos de

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

instabilidade, contudo esses trabalhos já se iniciaram, como é possível observar nas Figuras 32 e 33 a seguir.

É realizado o reflorestamento das bordas da cava, contribuindo para a estabilização destes taludes.



Figura 32: Talude marginal da cava sendo refeiçãoado.
Fonte: Almeida¹ (2009).



Figura 33: Taludes marginais ao fundo com boa estabilização e recuperação ambiental apresentado bom desenvolvimento.
Fonte: Almeida¹ (2009).

h) Emissão de gases

Este impacto origina-se da combustão do óleo diesel pelos equipamentos usados na extração, tendo influência sobre os funcionários e sobre a fauna da área estudada, porém sem grandes prejuízos para a qualidade do ar, visto que os gases tem uma rápida dispersão.

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

A medida de controle a ser adotada para este impacto relaciona-se ao adequado funcionamento e manutenção dos equipamentos. É um impacto temporário que deixará de ocorrer com o final das atividades extrativas na área.

i) Comprometimento do Uso da Superfície

Trata-se de uma alteração ambiental inevitável e inerente ao tipo de atividade que se desenvolverá no local, pois envolve a utilização de classificadores e de pequenas pilhas de areia e cascalho, além da substituição de uma superfície terrestre por uma aquática, no caso das cavas.

Os locais onde estão instalados o pátio de manobras e os classificadores, assim como toda a área do empreendimento, encontram-se integralmente fora de áreas de preservação permanente.

Em relação à superfície de solo que vierem a se constituir em lagos após a extração, o impacto pode ser amenizado, pois o aterro parcial das cavas pode ser efetuado, dependendo da necessidade do meio.

Com a implantação da recuperação proposta, haverá na área um ganho ambiental, em relação a situação anterior da área, com o aumento das áreas com vegetação nativa, transformando-se em abrigo para a fauna da região.

j) Circulação de Veículos

A partir do local de extração, a areia é transportada por uma estrada de terra que liga o empreendimento até a rodovia SP-123, seguindo no sentido da rodovia Presidente Dutra, a partir da qual a areia segue para depósitos de materiais de construção ou obras de engenharia civil em diversos pontos das cidades da região, além da região metropolitana de São Paulo.

Os volumes produzidos não são muito grandes, de forma que não há grandes alterações no tráfego da região, que é relativamente intenso em função do desenvolvimento econômico da mesma. A atividade extratora de areia é intensa na várzea do rio Paraíba, sendo comum o trânsito de caminhões transportadores deste bem mineral nas rodovias da região.

Como forma de minimizar as alterações causadas pela circulação de veículos e assegurar a segurança da população da região é realizada a orientação dos motoristas dos caminhões transportadores quanto à rota a ser seguida e aos horários de fluxo e quanto à forma adequada de transporte dos materiais em relação à tonelagem, nível de material não

excedendo à altura da caçamba e proteção da carga com cobertura de lonas ou similares quando necessário.

l) Produção de Sucatas e Lixo

A sucata originária da operação do empreendimento é armazenada em pilhas temporárias, sendo comercializada periodicamente junto a sucateiros da região, enquanto o lixo “tipo doméstico”, proveniente das instalações de apoio do porto, é periodicamente remetido ao aterro sanitário municipal mais próximo através de coleta da prefeitura.

m) Capacidade de Suporte do Meio

A área do empreendimento situa-se em porção de várzea do rio Paraíba do Sul classificada pela SMA e pela prefeitura da cidade de Tremembé como zona de mineração

Além desse fator, considerando-se que o empreendimento não é de grande porte e que a atividade de extração de areia já é bastante comum na região, aliado ao aumento de reserva florestal na área e conseqüente aumento de abrigo e alimento à fauna, consideramos que o meio tem boa capacidade de suporte para este empreendimento.

Tendo capacidade de suporte, durante o período extrativo terá uma função social, com a geração de produtos e empregos, podemos considerar este empreendimento como positivo e benéfico para a região neste aspecto.

5.1.3. Elaborar Plano de Desenvolvimento de Área Referência

O Plano de Desenvolvimento de Área Referência para Pesquisas Científicas, Conhecimento Cultural, Recuperação e Reabilitação de Área Pós-Minerada para Extração de Areia na Várzea do Rio Paraíba do Sul, é uma idéia que busca unir vários conceitos.

Entre eles as questões como, a atividade extrativa de areia, a necessidade da areia como um bem de consumo, questões ambientais que envolvem os processos de mineração de areia, a viabilidade do uso futuro, a viabilidade econômica e ou social do projeto e a educação ambiental.

Neste conceito buscando unir e integrar todas essas questões e seguindo as diretrizes propostas por Teixeira (2004) o presente estudo terá como base três pontos chaves apresentados a seguir.

5.1.3.1. Pontos Chaves

Os três pontos chaves para desenvolvimento deste plano são estão representados na Figura 34 a seguir, e são: Pesquisas, Educação Ambiental e Desenvolvimento Cultural / Turístico.

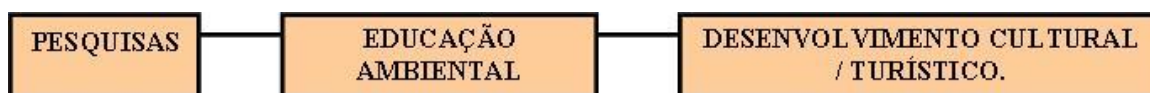


Figura 34: Representação dos pontos chaves.
Fonte: Almeida¹ (2009).

- Pesquisas: Esse setor abrangerá atividades ligadas à fauna e flora, estudos de clima, estudos e análises dos solos com o suporte técnico e a infra-estrutura de laboratórios, áreas pra desenvolvimento de projetos RAD, salas de pesquisa, viveiro de mudas, estação meteorológica e observatório para fauna em geral.
- Educação Ambiental: Esse setor abrangerá atividades ligadas a palestras de conscientização ambiental e educacional sobre todos os diversos métodos de extração mineral, a importância do bem mineral, os efeitos negativos para o meio ambiente, soluções futuras para substituição do bem mineral areia, exemplos de utilizações de áreas pós-mineradas, Trilhas interpretativas da natureza, visitas às áreas de pesquisa RAD e etc. Para isso contarão com os suportes técnicos de profissionais capacitados, uma biblioteca especializada em mineração e recuperação de áreas degradadas, um museu, salas de estudos e auditório.
- Desenvolvimento Cultural/Turístico: Esse setor abrangerá atividades ligadas à recreação, integrando o novo cenário que se formará trazendo novamente a beleza cênica da paisagem. Isso será possível mediante as áreas de bosques que se desenvolverão, e a toda uma estrutura que atenderá as necessidades dos visitantes, como restaurantes, banheiros, estacionamento, local para atividades esportivas, criação de peixes entre outros.

5.1.3.2. Das atividades desenvolvidas

As atividades ligadas ao setor de Pesquisas, estarão abertas a todas as áreas que tenham necessidades de desenvolver pesquisas relacionas a essa nova biogeocenose. O fato de o plano ser desenvolvido para tal área de estudo se dá por motivos da falta de tais

¹ Thatiane Reis Almeida, autora do trabalho TFG.

conhecimentos para uma região onde esse tipo de atividade, extração mineral, é tão desenvolvida.

Ainda pela concentração de várias Instituições de Ensino que poderiam apoiar a criação de tal centro de referências e pela importância da preservação da diversidade natural de uma parte da Bacia do Rio Paraíba do Sul que é um dos grandes mananciais da região.

Das atividades ligadas ao setor de Educação Ambiental, é clara a necessidade de mudar o comportamento do homem em relação à natureza. É nessa premente idéia que o centro de referência busca um modelo de desenvolvimento sustentável que segundo o site do Ambiente Brasil é um processo que assegura uma gestão responsável dos recursos do planeta de forma a preservar os interesses das gerações futuras e, ao mesmo tempo atender as necessidades das gerações atuais. Com o auxílio de profissionais capacitados e com a infra-estrutura oferecida será possível a fixação de conscientização ambiental.

Por fim as atividades ligadas ao setor de Desenvolvimento Cultural / Turístico, para atrair visitantes com fins turísticos e ou cultural é preciso ter atrativos de beleza cênica. O que é agradável aos olhos produz sensação de bem estar e é este bem estar com qualidade de vida que a maioria dos adeptos ao turismo e ou cultural procuram. Como a área de estudo provém de uma área degradada por mineração, seu maior atrativo será a lagoa resultante da extração, onde será possível a criação de espécies de peixes e a reserva legal que a propriedade possui, onde será possível inserir espécies da fauna local. E ainda no entorno da reserva legal a construção de trilhas ecológicas.

5.1.3.3. Infra-estrutura de funcionamento

Este plano prevê uma infra-estrutura hipotética necessária para atender as atividades propostas, com a finalidade de exemplificar a criação de um centro de referência, sendo necessário o projeto estrutural de um profissional habilitado.

Contudo as diretrizes aqui propostas têm a intenção de se adequar e contribuir da melhor forma possível com o meio existente. A partir do programa de atividades que se pretende desenvolver e das necessidades de visitantes e de colaboradores do centro de referência, serão desenvolvidos os projetos com as reais necessidades de cada grupo.

Para isso ter-se-á que ter como base a área total do empreendimento disponível, uma estimativa de números de visitantes e colaboradores, lembrando que o conforto e a qualidade das instalações são fundamentais para o bom desempenho do centro de referência.

O uso de matérias reciclados, de soluções construtivas alternativas, de reaproveitamento de água e energia solar, são completamente indicados, pois reforçam ainda mais os conceitos de desenvolvimento sustentável.

Todo esse planejamento pode ser melhor identificado na planta/ croqui anexo a esse estudo.

5.2. Discussão

O empreendimento minerário utilizado de exemplo deste estudo vem desenvolvendo suas atividades minerárias satisfatoriamente e de acordo com as exigências do órgão ambiental responsável.

Apresenta as condicionantes adequadas para a implantação da Área Referência para Pesquisas Científicas, Conhecimento Cultural, Recuperação e Reabilitação de Área Pós-Minerada, pois desde o início da lavra teve a consciência de que um bom planejamento da lavra é fundamental para o desempenho correto das atividades minerárias e ainda apresentar uma adequada recuperação ambiental.

De acordo com planta de configuração final da jazida, a área terá um ganho significativo em área de mata nativa, pois a proposta é recuperar todo o entorno das cavas com margens de 15 m para cada lateral e ao centro uma faixa com 50 m de largura.

Em relação ao plano de área referencia como já citado, deverá passar por avaliação técnica de profissional habilitado, no contexto de avaliar os parâmetros adequados de infraestrutura necessária para o desenvolvimento desta atividade no local.

Porém é premente que estudos aconteçam e o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias possa ser aplicado na substituição do bem mineral. Possibilitando assim a conservação e recuperação do meio ambiente que se mostrou tão sensível perante a modificação induzida pelo homem desde início, na colonização.

Contudo as principais discussões levantadas ao longo deste trabalho foram em relação à avaliação do uso e cobertura vegetal natural nas três fases analisadas. Onde se levantou questões importantes como à devastação da floresta aluvial original, pelas atividades de cultivo de pastagens e plantação de arroz e a força do poder econômico da atividade minerária em relação a outras atividades econômicas.

Fica a idéia que estudos aconteçam e o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias possa ser aplicado na substituição do bem mineral. Possibilitando assim a

conservação e recuperação do meio ambiente que se mostrou tão sensível perante a modificação induzida pelo homem desde início, na colonização.

No que diz respeito à Legislação Ambiental, ela se faz cada vez mais restritiva as atividades minerarias, contudo não há legislação restritiva para outras atividades, que também mostraram ser degradadoras do meio ambiente estudado.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que relatar os processos de extração mineral e suas consequências ambientais é apenas o primeiro passo para conscientização ambiental.

A avaliação do uso e cobertura vegetal do solo efetuado na área de estudo foi muito satisfatória, fornecendo subsídios reais para o conceito e o plano do centro de referência.

Na caracterização da infra-estrutura e dos processos de extração para exploração de areia foi possível identificar que a idéia visionária da criação de um centro referência para estudos científicos e culturais em recuperação e reabilitação de área pós-minerada, é sim uma excelente alternativa de uso para uma área pós-minerada e integrará completamente o cenário do Vale do Paraíba.

7. REFERÊNCIAS

ANEPAC. **Vale do Paraíba: maior região produtora de areia do país**. Revista Areia & Brita, São Paulo, n.10, p.5-19, abr.-jun., 2000. Disponível em < acessado em http://www.anepac.org.br/21/pdf_revistas/revista10.pdf. Acesso em 11 de setembro de 2009.

ARCHANGELETI, A. C.; TAKAHASHI, E.; BARNABÉ, H. R.; PIZA FILHO, P. T.; HONDA, S. 1993. Projeto Parque Cidade de Toronto, São Paulo. In: Philipi Junior, A. (Coord.). **A questão ambiental urbana: cidade de São Paulo**. São Paulo : PMSP/SVMA. p.573-587.

BASTOS, M.; SILVIA, I. A. 2005. “**Restauração, reabilitação e reconversão na recuperação paisagística de minas e pedreiras**”. Comunicações Técnicas, VISA Consultores. Maio de 2005. Disponível em: <http://www.visaconsultores.com/pdf/ANIET_2006_MBIS_artigo.pdf> Acesso em: 07 de julho de 2009.

BARRETO, M. L. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 215p.

BAUER, A.M. 1989. Uso futuro de áreas mineradas. In: Seminário Internacional Sobre Mineração em Áreas Urbanas, 1989, São Paulo. **Anais**. São Paulo: DNPM/Pró-minério. p.25-30.

BESEVAL, V.; GAMBELLI, F. 1992. **Guide de l' environnemet: a l' usage des entreprises industrielles**. Senlis: Cetim. 92p

BITAR, O.Y. 1997. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 185p. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia de Minas, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BITAR, O. Y.; VASCONCELOS, M. M. T. **Bases para planejamento e gestão dos recursos minerais: Capítulo 7 - Recuperação de Áreas Degradadas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. – (Publicação IPT; 2850).

BRAGA, T. O. **Bases para planejamento e gestão dos recursos minerais: Capítulo 6 - Impactos Ambientais e medidas de controle**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. – (Publicação IPT; 2850).

BRASIL, Decreto Nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, Inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 12 de abril de 1989.

BRUM, I. A. S. 2000. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração**. São Paulo, 2p. Especialização – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

CABRAL JUNIOR, M.; OBATA, O. R; SINTONI, A. **Bases para planejamento e gestão dos recursos minerais**: Capítulo 4 – Diretrizes para gestão municipal . São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. – (Publicação IPT; 2850).

CARCEDO, F. J. A.; FERNANDEZ, L.V. 1989. **Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería**. Madrid : ITGE/MTE. 321p. (Serie Ingeniería Geoambiental).

CARTER, R. A. 1989. Landfills can be profitable. **Rock Products**, Chicago, v.92, n.12, Dec. p.58-62.

CAVALCANTI, R. N. 1996. **A mineração e o desenvolvimento sustentável: casos da Companhia Vale do Rio Doce**. São Paulo, 432p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

DIETRICH, N. L. 1990. European rehabilitation projects reflect cultural and regional diversity. **Rock Products**, Chicago, v.93, n.2, Feb. p.45-47.

DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário mineral brasileiro, Parte III Estatísticas por substância**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2006. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2006/substancia%20a-e.pdf>> Acesso em de março de 2009.

WAGNER, A. et. al. **A eleição presidencial e a mineração**. Gazeta Mercantil 20 de setembro de 2002. p.A3. Acesso em 22 de março de 2009. Disponível em: <<http://indexet.gazetamercantil.com.br/arquivo/2002/09/20/275/A-eleicao-presidencial-e-a-mineracao.html>>

WEISSBERG, I. 1995. **Estudo da reabilitação de solos em áreas bauxíticas mineradas em Poços de Caldas (MG)**: uma abordagem ambiental e uma contribuição técnica para otimização. São Paulo, 130p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

WILIANS, D. D.; BUGIN, A; REIS, J. L. B. (Coords.). 1990. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília : Ibama. 96p.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e meio ambiente no brasil**. Bahia, PNUD. Disponível em <http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo011_02.pdf> Acesso em: 12 de janeiro de 2009.

FORNASARI FILHO, N.; NAKASU, L.; PRANDINI, F. L., GODOY, F. R. 1986. Experimentos de revegetação destinados ao controle de erosão em corpos de bota-fora da Mina de Cana Brava, GO. In: Congresso brasileiro de geologia, 34, 1986, Goiânia. **Anais**. São Paulo : SBG. v.1, p.494-499.

GRIFFITH, J. J.; DIAS, L. E.; JUCKSCH, I. 1996. Recuperação de áreas degradadas usando vegetação nativa. **Saneamento Ambiental**, São Paulo, v.7, n.37, fev./mar., p.28-37.

IBRAHIM, M.M.C. 1996. **Utilização de áreas degradadas pela mineração: o caso da Pedreira Itaquera, São Paulo, SP.** São Paulo, 183p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

LAMBERT, S. (Coord.). 1995. **Manuel environnemet à l' usage des industriels.** Paris: Afnor. 397p.

MARCONDES, A. M. J. 2008. **Avaliação de recuperação e reabilitação de áreas degradadas por mineração** – Estudo de caso. Taubaté, SP. Monografia (Graduação) Departamento de Engenharia Civil - Universidade de Taubaté.

MARCONDES E.; TARGA, M. S.; Batista, G. T.; SOARES P. V. 2007. O uso futuro das áreas de mineração de areia no sub-trecho compreendido entre Jacareí e Pindamonhangaba, SP e sua inserção na dinâmica local e regional. In: Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico. São Paulo, Taubaté. **Anais.** Brasil 07-09 novembro 2007, p. 139-146.

MEDINA, A. I. M., CÁSSIO, J. P.; SILVA, R.; CUNHA F. G.; JACQUES P. D.; BORGES A. F.: **Contribuição para o desenvolvimento sustentável:** Capítulo - 3 Geologia ambiental. Rio de Janeiro: Instituto de Geociências da UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

Mineração & município: **bases para planejamento e gestão dos recursos minerais.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. – (Publicação IPT; 2850).

MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ SA. **A importância dos recursos minerais.** Disponível em: < <http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=28>> Acesso em: 21 de março de 2009.

MORELLI, A. F. 2002. **Identificação e transformação das unidades da paisagem no município de São José dos Campos (SP) de 1500 a 2000.** São Paulo. 157 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Unesp - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

OBATA, O. R.; SINTONI, A. **Bases para planejamento e gestão dos recursos minerais:** Capítulo 3 - O papel dos agentes públicos e legislação. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. – (Publicação IPT; 2850).

REIS, B. J et al. Influência das cavas de extração de areia no balanço hídrico do Vale do Paraíba do Sul. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, vol. 59, nº 4, Outubro/Dezembro 2006.

RIO, V.; OLIVEIRA, L. (Orgs.). 1996. **Percepção ambiental: a experiência brasileira.** São Paulo : Studio Nobel / São Carlos : UFSCar. 265p.

SANTOS, A. **Bases para planejamento e gestão dos recursos minerais:** Capítulo 5 – Métodos de Mineração. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. – (Publicação IPT; 2850).

SILVA, C.M.M.N. 1995. **Estudo de alternativas de reabilitação para as áreas degradadas pelas minerações de argilas bentoníticas de Boa Vista, Campina Grande-PB**. São Paulo, 129p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SINTONI, A.; VALVERDE, F. M. E.; OBATA, O. R. 1994. A mineração poderá conviver com a cidade? **Brasil Mineral**, São Paulo, v.11, n.118, p.59-66, jul.

SINTONI, A.; TANNO, L. C.; CABRAL JUNIOR, M.; MONTE, E. D. **Bases para planejamento e gestão dos recursos minerais**: Capítulo 1 – A importância dos recursos minerais . São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. – (Publicação IPT; 2850).

SOUSA, N. V. (1993). “**Recuperação de paisagens degradadas e recuperação das pedreiras da secil**”. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Arquitetura Paisagista, UTL, ISA, Lisboa.

TEIXEIRA, S. L. M. 2004. **Centro de pesquisas em fauna e flora do Vale do Paraíba**. Taubaté, SP. 88p. Trabalho final de graduação - Departamento de Arquitetura, Universidade de Taubaté, Taubaté.

VALVERDE, F. M. **Agregados para a construção civil**. Balanço Mineral Brasileiro. DNPM, 2001.

XI UNIVERSO da mineração brasileira. **Minérios & Minerales**. v.18, n.240, p.6-17, jul. 1999.