

LEANDRO CAMILLO DE LELLES

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE IMPACTOS
AMBIENTAIS ORIUNDOS DA EXTRAÇÃO
DE AREIA EM CURSOS D' ÁGUA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

L542a
2004

Lelles, Leandro Camillo de, 1977-

Avaliação qualitativa de impactos ambientais oriundos
da extração de areia em cursos d'água / Leandro Camillo
de Lelles. – Viçosa : UFV, 2004
xi, 78f. : il. ; 29cm

Orientador: Elias Silva
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa

Referências bibliográficas: f. 76-78.

1. Rios - Areia - Extração - Aspectos ambientais. 2.
Impacto ambiental - Avaliação. 3. Recursos naturais -
Conservação - Brasil. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

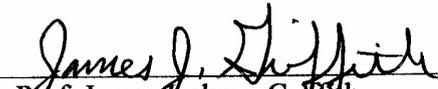
CDO adapt. CDD 20.ed. 634.91163

LEANDRO CAMILLO DE LELLES

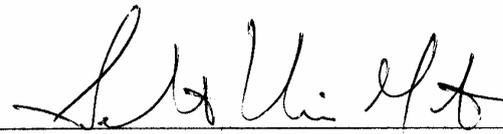
**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE IMPACTOS
AMBIENTAIS ORIUNDOS DA EXTRAÇÃO
DE AREIA EM CURSOS D' ÁGUA**

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ciência Florestal,
para obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

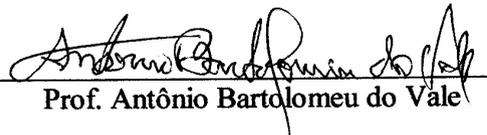
APROVADA: 31 de março de 2004.



Prof. James Jackson Griffith
(Conselheiro)



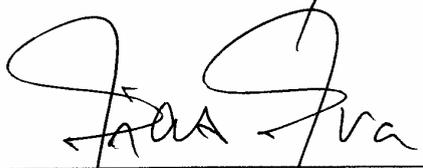
Prof. Sebastião Venâncio Martins
(Conselheiro)



Prof. Antônio Bartolomeu do Vale



Prof. Geraldo Magela Braga



Prof. Elias Silva
(Orientador)

AGRADECIMENTO

Ao professor Elias Silva, pela atenção, pelo interesse, pela confiança e pela orientação segura no decorrer deste trabalho, me incentivando sempre a seguir em frente.

Ao professor Sebastião Venâncio Martins, pela confiança e pelo apoio dispensados à minha pessoa.

Ao professor James Jackson Griffith, pela atenção e confiança dispensados à minha pessoa.

A todos os colegas do curso de Ciência Florestal, pela convivência sadia e amizade.

Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal, que contribuíram diretamente para a minha formação e aprimoramento profissional, ao longo desses anos de convívio.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, pelo apoio dispensado à minha pessoa.

À Universidade Federal de Viçosa, através do Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade da realização deste aprimoramento científico.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo apoio financeiro.

Ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), à Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM/MG), à Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (FEEMA/RJ) e à Companhia de

Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado São Paulo (CETESB), pela atenção e disponibilização de material.

À minha namorada, Rafaela Rinaldi, pela compreensão e pelo apoio dispensados à minha pessoa.

À minha família, pelo constante apoio, pelo incentivo e pela compreensão, em especial à minha mãe (*in memoriam*), pelo exemplo de vida e pela dedicação.

Enfim, a todos que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

LEANDRO CAMILLO DE LELLES, filho de Maria Luiza Sales de Lelles e Pedro Camillo de Lelles, nasceu em Resende, Estado do Rio de Janeiro, em 26 de abril de 1977.

Cursou o Primeiro Grau na Escola São José Salesiano, em Resende, Estado do Rio de Janeiro, concluindo-o no ano de 1992. O Segundo Grau foi cursado na Escola Agulhas Negras, Estado do Rio de Janeiro, concluindo-o em 1995.

Em 1996, ingressou no Curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em 2001.

Em abril de 2002, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, em nível de mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em março de 2004.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESES	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Areia.....	4
3.2. A Extração de Areia no Brasil	5
3.2.1. Oferta Nacional, Consumo e Geração de Empregos	5
3.2.2. Métodos de Extração.....	6
3.3. Base Legal do Empreendimento	6
3.3.1. Regime de Licenciamento.....	6
3.3.2. Compensação Financeira sobre a Exploração de Recursos Minerais – CFEM	7
3.3.3. Licenciamento Ambiental.....	8
3.4. O Processo de Avaliação de Impactos Ambientais no Brasil	8
3.4.1. Conceitos Básicos	9

	Página
3.4.1.1. Impacto Ambiental.....	9
3.4.2.2. Avaliação de Impactos Ambientais	9
3.4.1.3. Atributos Principais dos Impactos Ambientais	10
3.4.1.4. Atores Sociais	10
3.4.2. Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais.....	10
3.4.3. Classificação Qualitativa de Impactos Ambientais.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	13
4.1. Avaliação de Impactos Ambientais	13
4.2. Identificação e Descrição das Atividades Impactantes.....	14
4.2.1. Fase de Implantação.....	14
4.2.2. Fase de Operação	16
4.2.3. Fase de Desativação	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5.1. Identificação e Caracterização Qualitativa de Impactos Ambientais pelo Método da Matriz de Interação	10
5.1.1. Implantação	23
5.1.2. Operação	38
5.1.3. Desativação	49
5.2. Identificação de Impactos Ambientais e Delineamento das Medidas Mitigadoras e Potencializadoras pelo Método da Listagem de Controle ..	
5.2.1. Implantação	58
5.2.2. Operação	64
5.2.3. Desativação	71
7. CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Matriz de interação para identificação e caracterização qualitativa de impactos ambientais da extração de areia em cursos d'água – fase de implantação.....	20
2 Matriz de interação para identificação e caracterização qualitativa de impactos ambientais da extração de areia em cursos d'água – fase de operação.....	21
3 Matriz de interação para identificação e caracterização qualitativa de impactos ambientais da extração de areia em cursos d'água – fase de desativação	22

RESUMO

LELLES, Leandro Camillo de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2004.
Avaliação qualitativa de impactos ambientais oriundos da extração de areia em cursos d'água. Orientador: Elias Silva. Conselheiros: James Jackson Griffith e Sebastião Venâncio Martins.

As atividades de extração de areia são de grande importância para o desenvolvimento social, mas também são responsáveis por impactos ambientais negativos, alguns inclusive irreversíveis. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo central avaliar qualitativamente os impactos ambientais decorrentes deste tipo de empreendimento. A identificação e a caracterização qualitativa dos impactos ambientais foram feitas utilizando-se de dois métodos: matriz de interação e “check-list”. Os resultados obtidos por meio do método da matriz de interação possibilitaram identificar 14 atividades impactantes para as três fases consideradas – implantação, operação e desativação –, com 6, 6 e duas atividades impactantes, respectivamente, e 25 fatores ambientais relevantes, perfazendo, assim, um total de 350 possíveis relações de impacto. Dessas 350 possíveis relações de impacto, a matriz permitiu identificar e caracterizar qualitativamente 139 impactos ambientais, ou seja, aproximadamente 39,71% da sua capacidade total, em concordância com outros trabalhos similares metodologicamente, sendo 109 negativos (78,42%) e 30 positivos (21,58%). Por sua vez, o método do “checklist” identificou 93 impactos, sendo 76 negativos (81,72%) e 17 positivos (18,28%). Foram delineadas 157 e 20 medidas mitigadoras e potencializadoras

para os impactos ambientais negativos e positivos, respectivamente. Por via de regra, essas medidas são de caráter preventivo, devendo ser executadas pelo próprio empreendedor, o que reforça a idéia de que se deve instituir o processo de avaliação de impactos ambientais em sua rotina técnico-administrativa. A principal conclusão é a de que este estudo pode ser utilizado como referencial didático para subsidiar o processo de licenciamento ambiental deste tipo de empreendimento.

ABSTRACT

LELLES, Leandro Camillo de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, March, 2004.
Qualitative evaluation of environmental impacts of sand extraction from water courses. Advisor: Elias Silva. Committee members: James Jackson Griffith and Sebastião Venâncio Martins.

Sand extraction and related activities of are of great social importance, but they are also responsible for negative environmental impacts, some of which are irreversible. In this sense, this study aimed mainly at a qualitative evaluation of the environmental impacts caused by this kind of undertaking. The qualitative identification and characterization of its environmental impacts was conducted via two methods: the interaction matrix and the checklist. Results obtained by the interaction matrix allowed the identification of 14 activities with a lasting effect in the three phases taken into consideration – installation, operation, and shutdown –, with six, six, and two activities with a lasting effect, respectively, and 25 relevant environmental factors, thus making up, totally, 350 possible impact relations. Of these 350 possible impact relations, the matrix allowed a qualitative identification and characterization of 139 environmental impacts, in other words, approximately 39.71% of its total capacity. This agrees with other methodologically similar studies, considering that 109 were negative (78.42%) and 30 positive (21.58%). On the other hand, the checklist method identified 93 impacts, in which 76 were negative (81.72%) and 17 positive (18.28%). Mitigating (157) and magnifying measures (20) were outlined for the negative and positive

environmental impacts, respectively. As a rule, these measures, which the production manager should execute personally, are of preventive character. This reinforces the view that the process of evaluation of environmental impacts must be included in the technical-administrative routine. A main conclusion is that this study may serve as didactic reference to support the process of environmental licensing for this kind of enterprise.

1. INTRODUÇÃO

As atividades de extração mineral são de grande importância para o desenvolvimento social, mas também são responsáveis por impactos ambientais negativos muitas vezes irreversíveis (BRANDT, 1998). Estes se tornam mais visíveis com a dinamização do processo de industrialização e o crescimento das cidades, que aceleram os conflitos existentes entre a necessidade de buscar matérias-primas e a conservação do meio ambiente (POPP, 1992).

A mineração é uma das atividades humanas que mais contribui para a alteração da superfície terrestre, afetando o local de lavra e o seu entorno, e provocando impactos negativos sobre a água, o ar, o solo, o subsolo, a flora, a fauna e a paisagem como um todo, os quais são sentidos por grande parte da população (GRIFFITH, 1980 e NASCIMENTO, 2001). Por outro lado, tem grande alcance social, na medida em que gera empregos e renda.

BAUERMEISTER e MACEDO (1994), consideram a atividade extrativista de areia grande causadora de problemas ambientais e onde se concentram graves transformações da paisagem.

Segundo o DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM (2002), a areia é um produto de baixo valor econômico, sendo até 2/3 do seu preço devido ao transporte. Em concordância com isso, VALVERDE e SINTONI (1994) argumentam que a mineração de areia torna-se problemática, pois se constitui na busca de matéria-prima de baixa relação preço/volume, sendo seu principal fator limitante a distância do mercado consumidor. Deste modo as mineradoras procuram

áreas o mais próximo possível dos centros de consumo (centros urbanos na sua maioria), o que potencializa situações de conflito entre a mineração e o uso urbano do espaço.

Além desse conflito pelo espaço urbano, a extração de areia, como qualquer outra atividade humana, interfere no meio ambiente, alterando os recursos naturais. Quando se dá em rios, pode provocar graves danos ambientais, como o aumento da turbidez da água e até mesmo o desvio dos leitos, dentre outros.

Nesse contexto, e reconhecendo que este tipo de empreendimento, denominado extração de areia em cursos d'água, apresenta forte perfil impactante, faz-se necessária a compreensão, em base científica, dos reais impactos oriundos do mesmo, o que justifica a avaliação prévia da compatibilidade do seu desenvolvimento com a conservação dos recursos naturais.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

Com base no exposto, o objetivo geral deste trabalho foi:

- Avaliar qualitativamente os impactos ambientais decorrentes da extração de areia em cursos d'água, no Brasil.

Os objetivos específicos foram:

- Identificar e descrever as atividades impactantes decorrentes do citado empreendimento;
- Identificar e caracterizar qualitativamente os impactos ambientais observados;
- Delinear medidas minimizadoras e potencializadoras para os impactos ambientais negativos e positivos, respectivamente;
- Verificar a aplicabilidade dos métodos de matriz de interação e “checklist” no processo de avaliação de impactos ambientais do citado empreendimento;
- Subsidiar o processo de licenciamento ambiental deste tipo de empreendimento como referencial didático;
- Subsidiar pesquisas quantitativas de impactos ambientais deste tipo de empreendimento.

Em concordância com estes objetivos, foram as seguintes as hipóteses norteadoras deste trabalho:

- A extração de areia em corpos d' água gera impactos ambientais negativos e positivos, sendo possível, portanto, definirem-se medidas mitigadoras e potencializadoras para os mesmos, respectivamente;
- Os métodos da matriz de interação e do “checklist” são capazes de retratar os impactos ambientais negativos e positivos gerados pelo citado empreendimento.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Areia

Segundo GUERRA et al. (1999), a areia é produto da desintegração mecânica das rochas através de agentes exteriores; elas podem ser encontradas em vários tipos de depósitos, como aluviões (quando o transporte dessas partículas se dá pela água), coluviões (quando o transporte dessas partículas se dá por gravidade) e eluviões (quando o transporte dessas partículas se dá por ação do vento).

A areia é formada principalmente por quartzo (SiO_2), mas dependendo da rocha originária, pode agregar outros minerais. Em função dessa variedade, suas aplicações são diversas. De acordo com NAVA (1994), as areias podem ser usadas para: aquelas com alto teor de sílica e que possuem em sua constituição alumina e potássio são utilizadas na indústria do vidro; as areias silicosas são empregadas na fabricação de abrasivos e como fundentes; das areias monozíticas se extrai o cino, que é usado em pedras de isqueiros; e areias usadas no preparo de concreto, fabricação de refratários e argamassa.

De acordo com a DNPM (2002), cerca de 80% da areia produzida no país é utilizada na construção civil, sendo as várzeas, leitos de rios e depósitos lacustres os principais locais de produção para essa determinada finalidade.

3.2. A Extração de Areia no Brasil

3.2.1. Oferta Nacional, Consumo e Geração de Empregos

Segundo o Sumário Mineral/2001, encontrado em DNPM (2002), a mineração em leitos de rios é responsável por 90% da produção brasileira de areias. Os 10% restantes são obtidos pela lavra em planícies de inundação, depósitos lacustres e em horizontes de rochas alteradas. No Estado de São Paulo, a relação é diferente: 45% são provenientes de várzeas, 35% de leitos de rios e o restante de outras fontes.

De acordo com este Sumário Mineral, a produção nacional de areia no ano de 2001 foi de 236,1 milhões de toneladas (t), com um consumo “per capita” de 1,4 t por ano, a um preço médio no Estado de São Paulo de U.S.\$ 1.70/t. Este Estado foi responsável por 33,2% da produção, seguido por Minas Gerais (11,1%), Paraná (9,7%), Rio de Janeiro (8,6%), Rio Grande do Sul (6,7%) e Santa Catarina (3,8%). Vale ressaltar que esses valores de produção são aproximados, de acordo com o mesmo órgão, tendo em vista o alto índice de clandestinidade no setor.

Segundo DNPM (2002), destacam-se como principais pólos de produção de areia as regiões do Vale do Rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo, que representa cerca de 25% da produção paulista e 10% da produção nacional. Outras grandes regiões produtoras são: Sorocaba, Piracicaba e Vale do Rio Ribeira de Iguape, também no Estado de São Paulo; Seropédica, Itaguaí, Barra de São João e Silva Jardim, no Estado do Rio de Janeiro; os Rio Guafbas, Caí e Jacuí, no Estado do Rio Grande do Sul; Vale do Rio Itajaí, em Santa Catarina; Várzea do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba, Vale do Rio Tibagi no Município de Ponta Grossa e o Rio Paraná na Região de Guairá, no Estado do Paraná.

Com um consumo em 2001 de 39,8 milhões de toneladas, a Região Metropolitana de São Paulo é o maior mercado consumidor de areia no país (DNPM, 2002).

Existem aproximadamente 2.000 empresas atuando no setor, com caráter predominantemente familiar e de pequeno porte, gerando cerca de 45.000 empregos diretos. Destas empresas, 60% produzem menos de 6.000 m³/mês, 35% produzem entre 6.000 e 15.000 m³/mês e 5% produzem mais de 15.000 m³/mês (DNPM, 2002).

3.2.2. Métodos de Extração

Conforme se verificou em DNPM (2002), são os seguintes os métodos de extração de areia:

- Manual;
- Em fossa;
- Em cavas, predominantemente em várzeas;
- Em leito de cursos d'água; e
- Por desmonte hidráulico.

No presente estudo, serão abordados especificamente os métodos de extração de areia em cursos d'água, que serão descritos resumidamente a seguir, conforme BRUSCHI e PEIXOTO (1996):

- Extração manual: Método rudimentar, realizado por meio de pás em colunas d'água pouco profundas, promovendo o desmonte manual das jazidas;

- Extração de areia em leito de rios não-navegáveis: Realiza-se por meio de dragas de sucção instaladas em plataformas flutuantes (balsas), denominadas "Portos de Areia". O material extraído é lançado em áreas de deposição, onde sofrem drenagem natural, com a água drenada e as partículas finas dissolvidas sendo direcionadas para bacias de decantação. Posteriormente, o líquido resultante é encaminhado ao rio;

- Extração de areia em leitos de rios navegáveis: O processo é realizado por meio de embarcações adaptadas com silos de estocagem e equipamentos de escavação do tipo de lança "Clamshell". A escavação se faz pela queda da caçamba e posterior fechamento da mandíbula, de modo que a remoção da areia avance verticalmente, em profundidade. O material é estocado temporariamente no silo do barco, até ser encaminhado para o "Porto".

3.3. Base Legal do Empreendimento

3.3.1. Regime de Licenciamento

A Constituição Federal de 1988, no artigo 20, inciso IX, classificou, como bens da União, "os recursos minerais, inclusive os do subsolo". Portanto, para a exploração destes é necessária a autorização da União, através do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Para a extração de Minerais de Classe II, ardósia, areia, cascalho, argilas, quartzitos e saibros, segundo FREIRE (1995), é necessário obter

autorização junto à Prefeitura Municipal e o registro no DNPM, além do Licenciamento Ambiental, fornecido pelo órgão federal, estadual ou municipal competente.

Este regime de licenciamento é disciplinado pela Lei Federal nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, que dispõe sobre o aproveitamento das substâncias minerais enquadradas na Classe II. Esta lei estabelece um limite máximo de 50 hectares para a área objeto de licenciamento, ficando a cargo da administração local a concessão de licença, que tem validade somente após o seu registro no DNPM e publicação no Diário Oficial da União (FREIRE, 1995).

3.3.2. Compensação Financeira sobre a Exploração de Recursos Minerais – CFEM

De acordo com DNPM (2002), a Compensação Financeira sobre a Exploração de Recursos Minerais (CFEM) foi estabelecida pela Constituição de 1988, em seu artigo 20, parágrafo 1º, e é devida aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios e aos órgãos administradores da União, como contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seu respectivo território. Constitui fato gerador da CFEM a saída por venda do produto mineral dos depósitos e a transformação industrial do produto mineral ou mesmo o seu consumo por parte do minerador.

A CFEM é calculada sobre o valor do faturamento líquido, obtido por ocasião da venda do produto mineral. Considera-se faturamento líquido o valor da venda do produto mineral, deduzindo-se os tributos, que incidem na comercialização, como também as despesas com transporte e seguro. Quando não ocorre a venda, porque o produto mineral é consumido, transformado ou utilizado, pelo próprio minerador, então se considera como valor, para efeito do cálculo da CFEM, a soma das despesas diretas e indiretas ocorridas até o momento da utilização do produto mineral (DNPM, 2002).

As alíquotas aplicadas sobre o faturamento líquido para a obtenção do cálculo da CFEM variam de acordo com a substância mineral. No caso da areia, aplica-se a alíquota de 2%. O recolhimento da CFEM é mensal, podendo ser paga em qualquer agência do Banco do Brasil (DNPM, 2002).

Os recursos da CFEM são distribuídos da seguinte forma: 12% para a União, 23% para a unidade federativa onde for extraída a substância mineral e 65% para o município produtor. Caso a extração abranja mais de um município, é observada a proporcionalidade da produção efetiva para o cálculo da CFEM (DNPM, 2002).

3.3.3. Licenciamento Ambiental

O Licenciamento Ambiental é obrigatório segundo a Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, com as modificações introduzidas pela Lei Federal nº 7.804, de 18 de julho de 1984, artigo 10. O Decreto Federal nº 99.274, de 6 de junho de 1990, estabeleceu que o Licenciamento Ambiental é composto de três fases distintas: Licença Prévia (LP), na fase de planejamento; Licença de Instalação (LI), na fase de instalação; e Licença de Operação (LO), durante a fase de funcionamento (SOUZA, 1997).

O citado Decreto, além de expressar a obrigatoriedade do licenciamento ambiental, estabeleceu os graus de competência para a sua execução. Assim, os Estados, através dos seus Órgãos Estaduais de Meio Ambiente, são responsáveis pela análise dos estudos de impacto ambiental dos projetos e pela autorização de operação dos empreendimentos potencial ou efetivamente degradadores dos recursos ambientais. No âmbito da União, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) é o órgão responsável pelo licenciamento nos casos de atividades, cuja localização e, ou, impacto ambiental se estende a mais de uma unidade federativa (SILVA, 1999).

Em Minas Gerais, o Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) é responsável pela condução e aplicação da Política Ambiental do Estado. A Deliberação Normativa (DN) COPAM nº 3/91, estabelece aos Conselhos Municipais de Desenvolvimento Ambiental (CODEMA's) a competência do licenciamento e fiscalização ambiental das atividades de extração de areia e cascalho, de uso imediato na construção civil, cuja produção mensal não exceda a 2.000 metros cúbicos, atuando supletivamente o órgão estadual de controle ambiental (SOUZA, 1997).

Outra DN do COPAM importante ao empreendimento em questão, é a de nº 3/90, que estabelece normas para o licenciamento ambiental das atividades de extração mineral da classe II (SOUZA, 1997).

3.4. O Processo de Avaliação de Impactos Ambientais no Brasil

Segundo SILVA (1999), o primeiro dispositivo legal que explicitou o tema Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), em nível federal, foi a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que estabeleceu a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e criou, para sua execução, o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), sendo a

sua regulamentação realizada após dois anos, por meio do Decreto Federal nº 88.351, de 1 junho de 1983, alterado posteriormente pelo Decreto Federal nº 99.274, de 06 de junho de 1990.

No entanto, somente com a edição da Resolução nº 1, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 23 de janeiro de 1986, é que ficaram estabelecidas as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para o uso e a implementação da avaliação de impacto ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (SILVA, 1994).

De acordo com CUNHA e GUERRA (1999), a referida Resolução regulamentou a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para 16 categorias de projetos que possam ser instalados ou ampliados, além de estabelecer que as autoridades estaduais podem também exigir a apresentação desses documentos para outros projetos que considerem impactantes.

3.4.1. Conceitos Básicos

3.4.1.1. Impacto Ambiental

Conforme evidencia SILVA (1999), e de acordo com a Resolução nº 1 do CONAMA, de 23 de janeiro de 1986, impacto ambiental é:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afeta: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

3.4.1.2. Avaliação de Impactos Ambientais

De acordo com MOREIRA (1985), a avaliação de impactos ambientais “é um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (projeto, programa, plano ou política) e de suas alternativas, e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por eles devidamente considerados”.

3.4.1.3. Atributos Principais dos Impactos Ambientais

A magnitude e a importância constituem-se nos atributos principais dos impactos ambientais, segundo MOREIRA (1985), que define:

A magnitude é a grandeza de um impacto em termos absolutos, podendo ser definida como a medida de alteração no valor de um fator ou parâmetro ambiental, em termos quantitativos ou qualitativos. Para o cálculo da magnitude deve ser considerados o grau de intensidade, a periodicidade e a amplitude temporal do impacto, conforme o caso.

A importância é a ponderação do grau de significância de um impacto em relação ao fator ambiental afetado e a outros impactos. Pode ocorrer que um certo impacto, embora de magnitude elevada, não seja importante quando comparado com outros, no contexto de uma dada avaliação de impactos ambientais.

3.4.1.4. Atores Sociais

O processo de avaliação de impactos ambientais envolve uma série de atores sociais interessados nos seus resultados e possíveis desdobramentos, e de acordo com SILVA (1994), é possível identificar os seguintes atores envolvidos na dinâmica do processo: parte interessada, os idealizadores da proposta; parte elaboradora do projeto; parte avaliadora, ou seja, o corpo técnico-administrativo dos órgãos públicos licenciadores; setores governamentais; comunidade diretamente afetada; associações civis interessadas; imprensa de um modo geral; e comunidades e autoridades internacionais.

3.4.2. Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais

Segundo SILVA (1994), são os seguintes os métodos aplicados na avaliação de impactos ambientais:

Método “ad hoc” – é um método que utiliza a prática de reuniões entre especialistas de diversas áreas, para se obter dados e informações, em tempo reduzido, imprescindíveis à conclusão dos estudos. O método sofre muitas críticas, pois ainda não se compreendeu em que situações deve ser empregado, como por exemplo, quando não se dispõe de tempo suficiente para a realização de um estudo convencional.

Método da listagem de controle (“checklist”) – representa um dos principais métodos de avaliação de impactos ambientais, por ser de fácil aplicação. Ajusta-se bem ao método “ad hoc”, pois num esforço multidisciplinar pode-se efetuar uma lista dos impactos mais relevantes, mesmo com a ausência de certos dados. São quatro os tipos de listagem: descritiva, comparativa, em questionário e ponderável.

Método da sobreposição de cartas (“overlay mapping”) – é um método associado à técnica de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), uma vez que deve ser assistido por computador, o qual permite a aquisição, o armazenamento, a análise e a representação de dados ambientais. A essência desse método é a elaboração e a posterior sobreposição de cartas temáticas (solo, vegetação etc.) de uma determinada área, representando o diagnóstico ambiental.

Método dos modelos matemáticos – é um método moderno e que funciona como modelos matemáticos que permitem simular a estrutura e o funcionamento dos sistemas ambientais, pela consideração de todas as relações biofísicas e antrópicas possíveis de serem compreendidas no fenômeno estudado. Podem ser processadas variáveis qualitativas e quantitativas e simular, por exemplo, a magnitude de uma determinada ação (atividade) ambiental sobre um dado fator ambiental. A principal crítica ao método é a simplificação de uma realidade ambiental pela consideração de uma relação matemática.

Método das matrizes de interação – é um método que utiliza uma figura para relacionar os impactos de cada ação com o fator ambiental a ser considerado, a partir de quadrículas definidas pelo cruzamento de linhas e colunas. Funcionam como listagens de controle bidimensionais, uma vez que as linhas podem representar as ações impactantes e as colunas os fatores ambientais impactados. As matrizes podem ser qualitativas ou quantitativas.

Método das redes de interação – é um método que permite estabelecer a seqüência dos impactos ambientais desencadeados por uma ação ambiental. O modo de representar essa cadeia de impactos pode ser a mais diversa possível, mas comumente são utilizados fluxogramas e gráficos.

3.4.3. Classificação Qualitativa de Impactos Ambientais

Segundo SILVA (1994), os impactos ambientais podem ser classificados qualitativamente em seis critérios, descritos a seguir:

Critério de Valor – impacto positivo (quando uma ação causa melhoria da qualidade de um fator ambiental) e impacto negativo (quando uma ação causa um dano à qualidade de um fator ambiental).

Critério de Ordem – impacto direto, primário ou de primeira ordem (quando resulta de uma simples relação de causa e efeito) e impacto indireto, secundário ou de enésima ordem (quando é uma reação secundária em relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações).

Critério de Espaço – impacto local (quando a ação circunscreve-se ao próprio sítio e às suas imediações); impacto regional (quando o efeito se propaga por uma área além das imediações do sítio onde se dá a reação) e impacto estratégico (quando é afetado um componente ambiental de importância coletiva, nacional ou mesmo internacional).

Critério de Tempo – impacto a curto prazo (quando o efeito surge a curto prazo); impacto a médio prazo (quando o efeito surge a médio prazo) e impacto a longo prazo (quando o efeito se manifesta a longo prazo).

Critério de Dinâmica – impacto temporário (quando o efeito permanece por tempo determinado, após a realização da ação); impacto cíclico (quando o efeito faz sentir em determinados ciclos, que podem ou não ser constantes ao longo do tempo) e impacto permanente (quando uma vez executada a ação, os efeitos não param de se manifestar num horizonte temporal conhecido).

Critério de Plástica – impacto reversível (quando uma vez cessada a ação, o fator ambiental retorna às suas condições originais) e impacto irreversível (quando cessada a ação, o fator ambiental não retorna às suas condições originais, pelo menos num horizonte de tempo aceitável pelo homem).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Avaliação de Impactos Ambientais

A identificação e a descrição das atividades impactantes relacionadas ao empreendimento em foco foram feitas com base na consulta a referências bibliográficas, em especial materiais desenvolvidos pelo DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), FEAM/MG (Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais), FEEMA/RJ (Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente do Rio de Janeiro) e CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo).

A identificação e a caracterização qualitativa dos impactos ambientais foram feitas a partir da utilização de dois métodos de avaliação de impactos ambientais, ou seja, o da matriz de interação e do “checklist”, que foram discutidos anteriormente. A matriz de interação foi o primeiro método a ser empregado, contendo em suas linhas e colunas, respectivamente, tal como preconiza SILVA (1999), as atividades impactantes em sua seqüência cronológica de realização e os fatores ambientais relevantes subdivididos nos meios físico, biótico e antrópico. As linhas e as colunas da matriz foram definidas em consulta à literatura especializada. A escolha destes dois métodos baseou-se na relativa facilidade de aplicação, nas características dos dados disponíveis e na complementariedade que geram, pois a matriz de interação identifica os impactos ambientais de forma gráfica, enquanto o “checklist” os aborda analiticamente.

A referida matriz constituiu-se em uma forma qualitativa, pois foi preenchida com os seis critérios já apresentados anteriormente. A identificação dos impactos

ambientais neste método se dá quando, a critério do usuário, é possível estabelecer alguma relação de impacto entre a ação prevista (linha) e o fator ambiental considerado (coluna). O método do “checklist”, por sua vez, foi utilizado de forma complementar, no sentido de explicitar analiticamente os impactos ambientais detectados na matriz de interação. Foi utilizado um “checklist” descritivo, igualmente recomendado por SILVA (1994), ARRUDA (2000), LUDKE (2000) e BRITO (2001), para empreendimentos impactantes como reflorestamento, hidrelétrica, exploração de florestas nativas no Estado do Amazonas e praias fluviais no Estado do Tocantins, respectivamente.

No sentido de induzir uma melhor compreensão no delineamento das medidas ambientais minimizadoras ou potencializadoras, definidas para os impactos ambientais negativos e positivos, respectivamente, explicitou-se, ao seu final, o responsável pela sua execução (empreendedor, órgão de pesquisa, setor público).

4.2. Identificação e Descrição das Atividades Impactantes

As atividades impactantes desse empreendimento foram divididas de acordo com as seguintes fases: implantação, operação e desativação.

4.2.1. Fase de Implantação

As atividades relacionadas com a implantação de projetos de extração de areia em cursos d'água estão descritas a seguir.

- Registro da Extração de Areia

O registro da extração de areia é feito pelo regime de Licenciamento. Este regime é disciplinado pela Lei Federal nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, que dispõe sobre o aproveitamento das substâncias minerais da classe II. A licença deve ser expedida pela autoridade administrativa local, com validade somente após o seu registro no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e publicação no Diário Oficial da União. O regime de licenciamento só pode, em princípio, ser outorgado ao proprietário do solo ou a quem dele tiver autorização expressa. Além do regime de licenciamento, a extração também deve obter sua licença ambiental, para regularizar o empreendimento mineral. Essa atividade é muito importante na geração de renda

local, pois com a regularização do empreendimento, se assegura ao Poder Público, a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM.

- Aquisição de Fatores de Produção

Representa a atividade de compra de fatores de produção (maquinarias, tubulações, etc.) necessários à extração de areia. Muitos desses fatores de produção podem ser comprados na própria região de extração, dependendo da infra-estrutura comercial local.

- Contratação de Mão-de-obra

Refere-se à contratação da força de trabalho responsável pela realização de todas as atividades relacionadas à extração de areia. Dependendo da tecnologia empregada na extração, se necessita de um maior ou menor uso de força braçal.

- Abertura da Rede Viária

Consiste na abertura da malha viária para o acesso aos cursos d'água onde se praticará a extração de areia, implicando no uso de diversas maquinarias para as diferentes etapas (retirada da vegetação, abertura do leito carroçável, compactação do solo, cascalhamento do leito da estrada, etc.). São usadas máquinas pesadas, como caminhões e tratores.

- Remoção da Vegetação

Refere-se à retirada da vegetação existente e à compactação do solo na área destinada à instalação das estruturas de extração, beneficiamento e disposição do material extraído. Por via de regra, são usadas motosserras para a derrubada das árvores, bem como tratores e caminhões para a retirada do material lenhoso da área.

- Instalação de Estruturas para a Extração de Areia

Consiste na instalação dos paióis, caixotes, balsas e outros tipos de estruturas, que são indispensáveis ao cumprimento das atividades de extração de areia.

4.2.2. Fase de Operação

As atividades relacionadas com a operação do empreendimento estão descritas a seguir.

- Retirada do Material Mineral

São normalmente duas as maneiras usadas para a retirada de areia nos cursos d'água. O processo mais comumente empregado utiliza dragas com bombas de sucção e recalque, movidas a óleo diesel e, ou, energia elétrica, que se instalam sobre barcaças ou plataformas flutuantes (os popularmente conhecidos “portos de areia”). Essas dragas podem ser fixas (“Beaver”) ou autocarregáveis móveis e possuem a finalidade de escavar e remover areia submersa, transportando-a através de tubulações acopladas ou balsas de estocagem temporária para locais previamente selecionados, respectivamente. O segundo processo utiliza retroescavadeira equipada com “Clamshell”, que é constituída de duas partes móveis (“mandíbula”), sendo comandada por cabos ou com “Dragline”, para içar a areia do curso d'água.

- Estocagem

A areia é conduzida aos locais de estocagem – temporários ou não – denominados caixotes, paióis e, ou, silos. Os locais de estocagem são temporários quando a areia retirada ainda passará por um processo de peneiramento ou drenagem, e somente depois será conduzida aos locais de estocagem permanente, onde ocorrerá o carregamento para o seu transporte. São usadas também estruturas de beneficiamento que possuem peneiras e silos de estocagem temporário, onde já é feita a separação do mineral, por granulometria, e a drenagem inicial.

- Drenagem

Após a areia ser conduzida aos locais de estocagem, ela recebe drenagem natural, sendo que as águas e as partículas finas dissolvidas vão direto ao curso d'água ou retornam através de canaletas e, ou, canais coletores à lagoa de decantação de finos, para posteriormente entrarem em contato com o rio.

- Peneiramento

O peneiramento pode ocorrer antes da estocagem da areia ou após a sua drenagem, a depender das técnicas empregadas na extração. O peneiramento é importante para melhorar a qualidade da areia, tendo em vista os diferentes usos que se pode ter desse material, segundo a sua granulometria.

- Carregamento

Consiste no carregamento dos caminhões, que farão o transporte da areia para a fonte de consumo. São comumente usadas carregadeiras de pneus e retroescavadeiras para essa atividade. Se o local de estocagem for elevado, esse carregamento se dá por esteiras.

- Transporte

Refere-se à entrega do produto final na fonte de consumo; o meio rodoviário é o mais empregado, sendo utilizados normalmente caminhões com caçambas de um ou dois eixos traseiros.

4.2.3. Fase de Desativação

As atividades relacionadas com a desativação do empreendimento estão descritas a seguir.

- Retirada das Estruturas de Extração de Areia

Após a utilização da área, as estruturas instaladas para a extração de areia devem ser retiradas, podendo ser reutilizadas em outro empreendimento. São utilizados tratores e caminhões, tendo em vista o peso e as dimensões destas estruturas.

- Recuperação e Reabilitação da Área

Por constituírem um processo longo, dinâmico e extremamente complexo, a recuperação e a reabilitação das áreas afetadas devem ser observadas desde a fase de concepção até o término da extração. Devem utilizadas técnicas que recuperam as

características do solo (fertilidade, estrutura, textura, etc.), envolvendo, quase sempre, práticas como o reflorestamento e a recomposição paisagística, no sentido de possibilitar um retorno à vocação inicial da área, ou oferecer uma nova alternativa de uso, levando sempre em consideração os anseios dos interessados no processo.

De maneira geral, segundo GRIFFITH et al. (2000), SOUZA (2000) e NASCIMENTO (2001), os objetivos e as metas a serem atingidas são, fundamentalmente:

Curto prazo: recomposição da topografia do terreno, controle de erosão, reflorestamento, recomposição paisagística e controle da deposição de rejeitos.

Médio prazo: recuperação das características do solo, surgimento do processo de sucessão e reaparecimento da fauna silvestre.

Longo prazo: auto-sustentação do processo de recuperação e utilização futura da área.

A reabilitação deve resguardar a qualidade das águas, mantendo-as dentro dos padrões estabelecidos pela DN nº 10/86, do COPAM, no caso de Minas Gerais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relativos à avaliação dos impactos ambientais das atividades comumente empregadas na exploração de areia em cursos d' água foram discutidos na seguinte seqüência:

- Primeiramente, foram preenchidas as matrizes de interação para cada fase – implantação, operação e desativação –, identificando e caracterizando qualitativamente os impactos decorrentes das atividades impactantes, segundo os fatores ambientais relevantes considerados.

- Em seguida, foi elaborada uma listagem de controle, em que foram descritos os impactos ambientais identificados para cada uma das mencionadas fases, com as medidas ambientais (mitigadoras ou potencializadoras) cabíveis e o respectivo responsável pela sua execução.

5.1. Identificação e Caracterização Qualitativa de Impactos Ambientais pelo Método da Matriz de Interação

As matrizes de interação relativas à identificação e caracterização qualitativa dos impactos das fases de implantação, operação e desativação são apresentadas nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente.

Considerando-se estas três matrizes, identificaram-se 350 possíveis relações de impacto, as quais resultam da multiplicação do número de linhas (14) pelo de colunas

Fase	Atividade Impactante	Fatores ambientais relevantes																								
		Meio Físico									Meio Biótico								Meio Antrópico							
		AR	Recurso Hídrico					Recurso Edáfico			Flora				Fauna											
			Partículas Sólidas	Gases de Motores	Geomorfologia Fluvial	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Qualidade química	Compactação	Erosão	Microbiota	Terrestre		Aquática		Terrestre		Aquática							
		Vegetação Natural											Base Genética	Regeneração Natural	Macrófitas	Fitoplâncton	Habitat Natural	Base Genética	Zooplâncton	Outros organismos	Aspecto Paisagístico	Emprego	Uso Múltiplo da água	Oferta do produto	Desenvolvimento Regional	Poliuição Sonora
Operação	Retirada do Material Mineral		ndl mtv	ndr mas	ndr mtv	ndr mas		ndr mtv						nir mtv	nir mtv			nir mtv	nir mtv	ndl mas		nir mtv			ndl mtv	
	Estocagem							ndl mtv	ndl mtv	nilm tv	ndl mtv	ndl mtv	ndl mtv			ndl mtv	ndl mtv			ndl mtv						
	Drenagem				ndr mtv	ndr mtv		ndr mtv						nir mtv	nir mtv			nir mtv	nir mtv				nir mtv			
	Peneiramento	ndl mtv																								
	Carregamento	ndl mtv	ndl mtv																		ndl mtv					ndl mtv
	Transporte	ndr mtv	ndr mtv						ndr mas	ndr mas	nir mas										pdl mtv			pdr mtv		ndr mtv

Características dos impactos:

Valor: positivo (p); ordem: direto (d); espaço: local (l); tempo: curto prazo (c); negativo (n); indireto (i); regional (r); médio prazo (m); estratégico (e); longo prazo (o); dinâmica: temporário (t); plástica: reversível (v); cíclico (y); irreversível (s); e permanente (a).

Figura 2 – Matriz de interação para identificação e caracterização qualitativa de impactos ambientais da extração de areia em cursos d' água – fase de operação.

Fase	Atividade Impactante	Fatores Ambientais Relevantes																								
		Meio Físico									Meio Biótico								Meio Antrópico							
		AR		Recurso Hídrico				Recurso Edáfico			Flora				Fauna											
		Partículas Sólidas	Gases de Motores	Geomorfologia Fluvial	Turbidez	Assoreamento	Vazão	Qualidade química	Compactação	Erosão	Microbiota	Terrestre			Aquática		Terrestre		Aquática							
												Vegetação Natural	Base Genética	Regeneração Natural	Macrófitas	Fitoplâncton	Base Genética	Habitat Natural	Zooplâncton	Outros organismos						
Aspecto Paisagístico	Emprego	Uso Múltiplo da água	Oferta do produto	Desenvolvimento Regional	Poliuição Sonora																					
Desativação	Retirada das Estruturas de Extração de Areia	ndl otv	ndl otv		nir otv	nir otv	nir otv	nir otv	ndl otv	nil otv	nil otv				nil otv	nil otv			nir otv	nir otv	pdl oas		pir otv	ndr otv	ndr otv	ndl otv
	Recuperação e Reabilitação da Área				pir oas	pir oas	pir oas	pir oas	pdl oas	pdl oas	pdl oas	pdl oas	pdl oas	pdl oas	pir oas	pir oas	pdl oas	pdl oas	pir oas	pir oas	pdl oas	pdr otv			pdr otv	

Características dos impactos:

Valor: positivo (p); ordem: direto (d); espaço: local (l); tempo: curto prazo (c); negativo (n); indireto (i); regional (r); médio prazo (m); estratégico (e); longo prazo (o); dinâmica: temporário (t); plástica: reversível (v); cíclico (y); irreversível (s); e permanente (a).

Figura 3 – Matriz de interação para identificação e caracterização qualitativa de impactos ambientais da extração de areia em cursos d'água – fase de desativação.

(25), sendo que 150 (42,86%), 150 (42,86%) e 50 (14,28%) referem-se às fases de implantação, operação e desativação, respectivamente.

Do total de 350 possíveis relações de impacto, foi possível identificar e caracterizar qualitativamente 139 impactos ambientais, ou seja, apenas 39,71% da capacidade total da matriz, sendo 109 negativos (78,42%) e 30 positivos (21,58%). Este resultado está em concordância com trabalhos que também utilizaram o método das matrizes de interação, como SILVA (1994), ARRUDA (2000), LUDKE (2000) e BRITO (2001), o que demonstra que, mesmo para diferentes tipos de empreendimentos impactantes, mantém-se o preenchimento de apenas cerca da metade da capacidade total deste tipo de figura. Isto se explica, pelo fato das atividades impactantes (linhas da matriz) serem específicas, mantendo relações de impacto tão somente com determinados fatores ambientais (colunas da matriz), que como se sabe, pertencem a três meios: físico, biótico e antrópico.

Percebe-se, portanto, que cerca de $\frac{3}{4}$ (78,42%) são de impactos ambientais negativos, ou seja, a grande maioria, uma vez que a extração de areia em cursos d' água interfere de forma radical no ambiente, pois objetiva retirar do meio, com maquinarias pesadas, um recurso não-renovável, gerando, desse modo, transtornos para os mais diversos fatores dos meios físico, biótico e antrópico, mesmo que se executem projetos de recuperação e reabilitação dos locais degradados.

No meio físico, foram identificados 60 impactos ambientais, o que corresponde a 42,86% da sua capacidade total. No meio biótico, por sua vez, foram registrados 48, ou seja, 38,09% da sua capacidade total. Por fim, no meio antrópico, ocorreram 31 impactos ambientais, o que corresponde a 36,90% de sua capacidade total.

A seguir, são discutidos, por fase, os impactos ambientais causados pelas atividades impactantes consideradas no método da matriz de interação.

5.1.1. Implantação

A fase de implantação apresentou seis atividades impactantes (linhas), que, se multiplicadas pelo número de 25 fatores ambientais relevantes (colunas), perfazem 150 possíveis relações de impactos (Figura 1).

Dessas 150 possíveis relações de impacto, 60 (40%), 54 (36%) e 36 (24%) recaíram, respectivamente, sobre os meios físico, biótico e antrópico.

Das 150 relações de impacto possíveis, a matriz permitiu identificar e caracterizar qualitativamente 60 impactos ambientais, ou seja, 40% de sua capacidade total, sendo 53 negativos (88,33%) e 7 positivos (11,67%), todos passíveis de mitigação ou potencialização, conforme o caso. Esta situação confirma as duas hipóteses lançadas para o presente estudo, no que tange ao uso do método das matrizes de interação para a fase de implantação do empreendimento.

No meio físico foram identificados 25 impactos ambientais, o que corresponde a 41,66% da sua capacidade total de preenchimento. No meio biótico identificaram-se 22 impactos, o que implica em 40,74% da sua capacidade total. No meio antrópico, por sua vez, foram registrados 13 impactos, correspondendo a 36,11% da sua capacidade total.

A seguir, são discutidos os impactos ambientais de cada uma das seis atividades impactantes da fase de implantação.

- Registro da Extração de Areia

Esta atividade impactante, como visto anteriormente, refere-se à obtenção de uma licença, fornecida pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), pela autoridade administrativa local e pelo órgão ambiental responsável, para que o empreendedor possa efetivamente implantar sua atividade. Assim, estabelecem-se relações entre o empreendedor e esses atores sociais citados, melhorando o desempenho do setor e contribuindo para uma maior arrecadação de impostos por parte do Poder Público.

Portanto, esta atividade manteve relação de impacto com um fator do meio antrópico – desenvolvimento regional –, do seguinte modo:

- Positivo: por representar uma cooperação entre órgãos, com desdobramentos benéficos para todos, incluindo-se a arrecadação de impostos, que permite o desenvolvimento regional;

- Direto: já que se refere a uma relação de causa e efeito;

- Estratégico: uma vez que a arrecadação de impostos permite o desenvolvimento em termos nacionais;

- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;

- Temporário: porque esta autorização tem um prazo de validade;

- Reversível: pelo fato do impacto ser temporário.

- Aquisição de Fatores de Produção

Esta atividade se refere à compra de materiais diversos, para serem utilizados na construção e operação do empreendimento. Foram dois fatores ambientais afetados por essa atividade, conforme se mostra a seguir:

a) Emprego

- Positivo: a aquisição de materiais implica em aquecimento da economia regional, repercutindo, assim, na abertura de postos de trabalho;
- Direto: é uma relação de causa e efeito;
- Regional: a aquisição se dá regionalmente, tendo em vista a diversidade de equipamentos necessários ao empreendimento;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pois essa abertura de postos de trabalho ocorre em determinados prazos, exatamente para atender a referida aquisição de fatores de produção;
- Reversível: pelo fato do impacto ser temporário.

b) Desenvolvimento Regional

- Positivo: a aquisição de materiais dinamiza a circulação de renda, via pagamentos destes;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: pois essa dinamização atinge toda a região em que ocorre a aquisição;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pois essa aquisição ocorre em determinados prazos;
- Reversível: pois uma vez cessada a atividade, a economia regional volta ao estágio anterior.

- Contratação de Mão-de-obra

Esta atividade atinge dois fatores ambientais do meio antrópico, são eles:

a) Emprego

- Positivo: aumenta a ocupação da mão-de-obra no local do empreendimento;
- Direto: é uma relação de causa e efeito;

- Local: a contratação da mão-de-obra se dá localmente, não havendo necessidade do envolvimento de pessoas de outra região;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pois esses empregos perduram por algum tempo, até a exaustão da jazida de areia;
- Reversível: pois uma vez cessada a atividade, a taxa de emprego local volta ao que era antes.

b) Desenvolvimento regional

- Positivo: a contratação de mão-de-obra dinamiza a circulação de renda, via pagamentos destes trabalhadores;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: pois essa dinamização da renda repercute na região como um todo;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pois essa contratação perdura por determinado período;
- Reversível: pelo fato do impacto ser temporário.

- *Abertura da Rede Viária*

a) Ar (Partículas Sólidas)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o emprego de maquinarias diversas, que atuam na emissão, para a atmosfera, de partículas sólidas.

- Negativo: pelo aumento da concentração de partículas sólidas na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a deposição das partículas;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

b) Ar (Gases de Motores)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o emprego de maquinarias diversas, que atuam na emissão, para a atmosfera, de gases de combustão.

- Negativo: pelo aumento da concentração de gases na atmosfera;

- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a dispersão dos gases;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

c) Recurso Hídrico (Turbidez, Assoreamento, Vazão e Qualidade Química)

A erosão, que ocorrerá quando da abertura do acesso rodoviário, atuará no aporte de sedimentos para os mananciais hídricos, ocasionando, assim, o seu assoreamento, o aumento da turbidez e a sua contaminação química. A vazão é comprometida na medida em que a compactação, ocorrida na abertura da rede viária, dificulta a infiltração de água no perfil do solo, o que implica no abastecimento inadequado do lençol freático.

- Negativo: pelas implicações na qualidade e quantidade de água;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico;
- Regional: o impacto abrange uma região, pois envolve recursos hídricos;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Permanente: em virtude da exposição e compactação do solo serem permanentes;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

d) Recurso Edáfico (Compactação e Erosão)

A construção da rede viária implica na exposição e compactação do solo. Isto potencializa a lavagem do solo e dificulta a infiltração da água no perfil do terreno.

- Negativo: a exposição e a compactação contribuem para a perda de certas características importantes do solo;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Permanente: em virtude da exposição e compactação do solo serem permanentes;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

e) Recurso Edáfico (Microbiota)

A construção da rede viária implica na exposição e compactação do solo, com conseqüências negativas para a sua microbiota.

- Negativo: a exposição e a compactação contribuem para a perda de certas características importantes do solo;
- Indireto: primeiro se dá a compactação, para depois ocasionar o dano em questão;
- Local: o impacto se dá localmente, ao longo do leito da rede viária;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Permanente: em virtude da exposição e compactação do solo serem permanentes;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

f) Flora Terrestre (Vegetação Natural, Base Genética e Regeneração Natural)

A construção do acesso viário implica na remoção da vegetação existente ao longo de seu leito sob uma forma permanente, significando que não haverá o restabelecimento vegetal nestes locais, o que acarreta a redução de habitat e a possibilidade de alteração na composição florística, tendo em vista processos de fragmentação e erradicação da cobertura vegetal.

- Negativo: pois ocorre a redução do habitat ocupado pela flora terrestre e a fragmentação da vegetação, com o conseqüente estreitamento da base genética das espécies presentes;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Permanente: pois não haverá o restabelecimento da vegetação nessas áreas;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

g) Flora Aquática (Macrófitas e Fitoplâncton)

A erosão, que ocorrerá quando da abertura do acesso rodoviário, atuará no aporte de sedimentos para os mananciais hídricos, ocasionando, assim, o seu assoreamento, o aumento da turbidez e a sua contaminação química, o que indiretamente afetará a flora aquática.

- Negativo: pois ocorre a depreciação da qualidade do habitat ocupado pela flora aquática, com o conseqüente estreitamento da base genética das espécies presentes;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico e depois na flora aquática;
- Regional: o impacto abrange uma região, pois atinge recursos hídricos;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Permanente: pela depreciação do habitat ser permanente;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

h) Fauna Terrestre (Habitat Natural e Base Genética)

A construção do acesso viário afeta a fauna terrestre, uma vez que representa uma redução espacial do habitat silvestre; além disto há a produção de ruídos pelas máquinas, que acabam afugentando os animais.

- Negativo: pois ocorre a redução espacial e a fragmentação da vegetação, impactando os animais, além da fuga dos mesmos pelos ruídos;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: ocorre no local onde se está abrindo o acesso rodoviário;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há novamente a ocupação do habitat pelos animais, pela plasticidade ambiental típica de cada espécie;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

i) Fauna Aquática (Zooplâncton e Outros Organismos)

Com a construção da rede viária, ocorrerão fenômenos erosivos e, com isso, o aumento da turbidez e também o assoreamento dos cursos d' água, causando assim impacto na fauna aquática.

- Negativo: pois altera o ecossistema aquático;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico e depois na fauna aquática;
- Regional: pois uma mudança no ecossistema aquático ultrapassa aos limites locais;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há novamente a ocupação do habitat, pela plasticidade ambiental desses organismos aquáticos;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

j) Aspecto Paisagístico

- Negativo: pois as áreas afetadas apresentam um impacto visual negativo;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dará apenas no local onde se implantará a rede viária;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Permanente: o ambiente afetado nunca mais voltará às suas condições anteriores;
- Irreversível: pois o impacto é permanente.

k) Desenvolvimento Regional

A rede viária poderá ser utilizada por toda a comunidade regional, visando o deslocamento de pessoas, escoamento de produtos agropecuários, entre outros. Com isso, se prestará para dinamizar a economia regional, uma vez considerada sua importância como infra-estrutura básica.

- Positivo: pois dinamiza a economia regional;
- Direto: pois representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: o impacto se dá de forma regional, pelo uso que se faz da rede viária;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Permanente: pois representa uma infra-estrutura permanente;
- Irreversível: pelo fato do impacto ser permanente.

l) Poluição Sonora

O uso de diferentes máquinas na abertura da rede viária gera muita poluição sonora.

- Negativo: pois interfere negativamente no ambiente;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: a poluição sonora se dá localmente, onde o ruído é produzido;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pois o ruído é produzido num intervalo de tempo, afetando as pessoas naquele momento;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário

- Remoção da Vegetação

A remoção da vegetação tem de ser feita para se montar a infra-estrutura do empreendimento.

a) Ar (Partículas Sólidas)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o emprego de maquinarias diversas, que atuam na emissão, para a atmosfera, de partículas sólidas.

- Negativo: pelo aumento da concentração de partículas sólidas na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a deposição das partículas;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

b) Ar (Gases de Motores)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o emprego de maquinarias diversas, que atuam na emissão, para a atmosfera, de gases de combustão.

- Negativo: pelo aumento da concentração de gases na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a dispersão dos gases;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

c) Recurso Hídrico (Turbidez, Assoreamento, Vazão e Qualidade Química)

A erosão, que ocorrerá quando da retirada da vegetação, atuará no aporte de sedimentos para os mananciais hídricos, ocasionando, assim, o seu assoreamento, o aumento da turbidez e a sua contaminação química. A vazão é comprometida na medida em que a compactação, ocorrida na retirada da vegetação, dificulta a infiltração de água no perfil do solo, o que implica no abastecimento inadequado do lençol freático.

- Negativo: pela depreciação da qualidade da água;

- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico;
- Regional: o impacto se dá regionalmente, pois envolve recursos hídricos;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: em virtude da reocupação posterior da vegetação nas áreas afetadas, estancando fenômenos erosivos;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

d) Recurso Edáfico (Compactação e Erosão)

A retirada da vegetação implica na exposição e compactação do solo, afetando negativamente algumas de suas características, principalmente pela incidência de fenômenos erosivos.

- Negativo: a exposição e a compactação contribuem para a perda de certas características importantes do solo;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: em virtude da reocupação da vegetação nas áreas afetadas, com a melhoria das características do solo;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

e) Recurso Edáfico (Microbiota)

A retirada da vegetação implica na exposição e compactação do solo, com evidentes repercussões sobre a sua microbiota.

- Negativo: a exposição e a compactação contribuem para a perda de certas características importantes do solo, sendo uma delas a dinâmica microbiana;
- Indireto: primeiro se dá a compactação, para depois ocasionar o dano em questão;
- Local: o impacto se dá especificamente nos locais onde serão instaladas as estruturas para a extração de areia;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: em virtude da reocupação da vegetação nas áreas afetadas, com a melhoria das características do solo;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

f) Flora Terrestre (Vegetação Natural, Base Genética e Regeneração Natural)

A retirada da vegetação implica na redução de habitat e na possibilidade de alteração na composição florística, pelo menos temporariamente.

- Negativo: pois a remoção da vegetação implica no estreitamento da base genética das espécies vegetais presentes;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: em virtude da reocupação da vegetação nas áreas afetadas;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

g) Flora Aquática (Macrófitas e Fitoplâncton)

A erosão, que ocorrerá quando da retirada de vegetação, atuará no aporte de sedimentos para os mananciais hídricos, ocasionando, assim, o seu assoreamento, o aumento da turbidez e a sua contaminação química, o que indiretamente afetará a ocupação do habitat pela flora aquática.

- Negativo: pois ocorre a diminuição na ocupação do habitat pela flora aquática, com o conseqüente estreitamento da base genética das espécies presentes;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico e depois na flora aquática;
- Regional: o impacto abrange uma região, pois envolve recursos hídricos;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pelo restabelecimento da vegetação nos locais afetados, estancando a erosão, que é a desencadeadora do processo;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

h) Fauna Terrestre (Habitat Natural e Base Genética)

A remoção da vegetação afeta a fauna terrestre, uma vez que representa uma redução espacial do habitat silvestre, além dos ruídos afugentarem os animais.

- Negativo: pois ocorre a redução espacial do habitat silvestre e a fuga dos animais;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;

- Local: ocorre no local onde se está abrindo o acesso rodoviário;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pelo restabelecimento do habitat silvestre, em vista da retomada da vegetação nos locais afetados;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

i) Fauna Aquática (Zooplâncton e Outros Organismos)

Com a retirada de vegetação, ocorrerão fenômenos erosivos e, com isso, o aumento da turbidez e também o assoreamento dos cursos d' água, causando assim impacto na fauna aquática.

- Negativo: pois altera o ecossistema aquático;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico e depois na fauna aquática;
- Regional: pois uma mudança no ecossistema aquático ultrapassa aos limites locais;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pois a erosão, que é a desencadeadora do processo, ser estancada com o restabelecimento da vegetação nos locais afetados;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

j) Aspecto Paisagístico

- Negativo: pois as áreas afetadas apresentam um impacto visual negativo;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá apenas nos locais onde se remove a vegetação;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pois há o restabelecimento da vegetação nos locais afetados;
- Reversível: pois o impacto é temporário.

k) Poluição Sonora

O uso de diferentes máquinas na retirada de vegetação gera muita poluição sonora.

- Negativo: pois interfere negativamente no ambiente;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;

- Local: a poluição se dá localmente;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pois o ruído é produzido momentaneamente;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário

- Instalação de Estruturas para a Extração de Areia

Esta atividade consiste na última etapa da fase de implantação do empreendimento. Nela são usadas diversas maquinarias pesadas e uma grande quantidade de mão-de-obra.

a) Ar (Partículas Sólidas)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o emprego de maquinarias diversas, que atuam na emissão, para a atmosfera, de partículas sólidas.

- Negativo: pelo aumento da concentração de partículas sólidas na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá apenas nos locais onde serão instaladas as estruturas para a extração de areia;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a deposição das partículas;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

b) Ar (Gases de Motores)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o emprego de maquinarias diversas, que atuam na emissão, para a atmosfera, de gases de combustão.

- Negativo: pelo aumento da concentração de gases na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a dispersão dos gases;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

c) Recursos Hídricos (Turbidez e Assoreamento)

O trânsito de maquinarias ocasionará a compactação do solo, levando à erosão do mesmo, com implicações junto aos fatores assoreamento e turbidez.

- Negativo: pela depreciação da qualidade da água;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico;
- Regional: o impacto abrange uma região, pois envolve recursos hídricos;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: em virtude da reocupação posterior da vegetação nas áreas afetadas;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

d) Recurso Edáfico (Compactação e Erosão)

A instalação de infra-estrutura implica na compactação do solo, o que leva a um quadro de erosão.

- Negativo: a compactação e a erosão contribuem para a perda de certas características importantes do solo;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá apenas nos locais onde serão instaladas as estruturas;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: em virtude da reocupação da vegetação nas áreas afetadas, com a melhoria das características do solo;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

e) Recurso Edáfico (Microbiota)

A instalação de estruturas implica na compactação do solo, afetando evidentemente a sua microbiota.

- Negativo: a compactação contribui para a perda de certas características importantes do solo, como a dinâmica microbiana;
- Indireto: primeiro se dá a compactação, para depois ocasionar o dano em questão;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;

- Temporário: pelo restabelecimento da vegetação nos locais afetados;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

f) Flora Aquática (Macrófitas e Fitoplâncton)

A erosão do solo, com o concomitante aporte de sedimentos para o corpo líquido, afetará a comunidade vegetal aquática, pela descaracterização do seu habitat.

- Negativo: pela descaracterização promovida no habitat aquático, com repercussões óbvias junto as macrófitas e fitoplâncton;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico e depois na flora aquática;
- Regional: o impacto abrange uma região;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pelo restabelecimento da vegetação nas áreas afetadas, estancando o agente desencadeador, ou seja, a erosão do solo;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

g) Fauna Aquática (Zooplâncton e Outros Organismos)

Com a instalação das estruturas de extração, ocorrerão fenômenos erosivos e, com isso, repercussões negativas no ecossistema aquático, impactando assim a sua fauna.

- Negativo: pois descaracteriza o habitat aquático;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico e depois na fauna aquática;
- Regional: pois uma mudança no ecossistema aquático ultrapassa aos limites locais;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pelo restabelecimento da vegetação nos locais afetados;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

h) Aspecto Paisagístico

- Negativo: pois as áreas afetadas apresentam um impacto visual negativo;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá pontualmente;

- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pois as estruturas são temporárias;
- Reversível: pois o impacto é temporário.

i) Desenvolvimento Regional

As estruturas montadas para a extração de areia viabilizam o empreendimento, o que permite a produção do bem mineral, com repercussões óbvias para o desenvolvimento regional.

- Positivo: pela viabilização do empreendimento, repercutindo no desenvolvimento regional;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: com a produção mineral, criam-se melhores condições para o desenvolvimento da região;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pelo fato da mineração ser temporária;
- Reversível: pois o impacto é temporário.

j) Poluição Sonora

O uso de diferentes máquinas na instalação das estruturas de extração gera muita poluição sonora.

- Negativo: pois interfere negativamente no ambiente;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: a geração de ruídos se dá apenas localmente;
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de implantação;
- Temporário: pois o ruído é produzido momentaneamente;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário

5.1.2. Operação

A fase de operação apresentou, como a fase de implantação, seis atividades impactantes (linhas), que, se multiplicadas pelo o número de 25 fatores ambientais relevantes (colunas), perfazem 150 possíveis relações de impactos (Figura 2).

Dessas 150 possíveis relações de impacto, 60 (40%), 54 (36%) e 36 (24%) recaíram, respectivamente, sobre os meios físico, biótico e antrópico.

Das 150 possíveis relações de impacto, a matriz permitiu identificar e caracterizar qualitativamente 42 impactos ambientais, ou seja, 28% de sua capacidade total, sendo 40 negativos (95,24%) e 2 positivos (4,76%), todos passíveis de mitigação ou potencialização, conforme o caso. Esta situação confirma as duas hipóteses lançadas para o presente estudo, no que tange ao uso do método das matrizes de interação para a fase de operação do empreendimento.

No meio físico foram identificados 19 impactos ambientais, o que corresponde a 31,67% da sua capacidade total de preenchimento. No meio biótico e antrópico, por sua vez, foram registrados, 13 e 10 impactos, correspondendo a 24,07% e 27,78% da sua capacidade de preenchimento, respectivamente.

A seguir, são discutidos os impactos ambientais de cada uma das seis atividades impactantes da fase de operação.

- Retirada do Material Mineral

a) Ar (Gases de Motores)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o emprego de motores, que atuam na emissão, para a atmosfera, de gases provenientes da queima de combustíveis.

- Negativo: pelo aumento da concentração de gases na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a dispersão dos gases;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

b) Recurso Hídrico (Geomorfologia Fluvial e Assoreamento)

A atividade utiliza equipamentos de desagregação sobre os leitos dos cursos d'água, eliminando barramentos naturais ou contribuindo para a formação de bancos de sedimentos, o que pode resultar em interferências no padrão de circulação das correntes e na velocidade do fluxo d'água. Quando se dá essa interferência, o processo de erosão e desestabilização das margens e taludes são dinamizados.

- Negativo: pela descaracterização do corpo líquido;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: o impacto abrange uma região, pois afeta recursos hídricos;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Permanente: uma vez ocorrido o impacto, as condições fluviais não retornam às suas antigas características;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

c) Recurso Hídrico (Turbidez e Qualidade Química)

O processo de retirada do material mineral gera pontos de turbilhonamento e o lançamento de efluentes, com conseqüente aumento de partículas sólidas dissolvidas na água e a depreciação da qualidade da mesma.

A qualidade química da água é afetada também com o constante uso de combustíveis e lubrificantes, que muitas vezes entram em contato com o corpo líquido.

- Negativo: pela depreciação da qualidade da água;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: o impacto abrange uma região, pois envolve recursos hídricos;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: em virtude da possibilidade de retorno às características anteriores das áreas afetadas após a desativação das atividades;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

d) Flora Aquática (Macrófitas e Fitoplâncton)

O aumento da turbidez, a depreciação da qualidade química da água e as possíveis alterações nas características fluviais afetarão indiretamente a ocupação do habitat pela flora aquática.

- Negativo: pela descaracterização do habitat aquático, com a possibilidade de ocorrer o estreitamento da base genética das espécies presentes;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso hídrico e depois na flora aquática;
- Regional: o impacto abrange uma região, uma vez que envolve recursos hídricos;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;

- Temporário: decorrido certo tempo da ação há novamente a ocupação do habitat;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

e) Fauna Aquática (Zooplâncton e Outros Organismos)

- Negativo: pois altera o ecossistema aquático, com repercussões negativas junto à sua comunidade animal;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso hídrico e depois na fauna aquática;
- Regional: pois uma mudança no ecossistema aquático ultrapassa aos limites locais;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há novamente a ocupação do habitat;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

f) Aspecto Paisagístico

- Negativo: pois as áreas afetadas apresentam um impacto visual negativo, evidenciado pela interferência humana junto à jazida de areia;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá pontualmente, nos locais trabalhados;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Permanente: pois há uma descaracterização acentuada nas áreas em que se obtém a areia;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

g) Uso Múltiplo da Água

Como a atividade afeta a qualidade da água, ela também provoca conflitos de usos dos recursos hídricos.

- Negativo: pois interfere negativamente no ambiente aquático, comprometendo a qualidade da água, o que pode levar a conflitos de usos;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso hídrico e depois afeta o homem;
- Regional: pois uma mudança na qualidade da água de um determinado curso d'água ultrapassa aos limites locais;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;

- Temporário: após cessar a atividade, o problema tende a desaparecer;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário

h) Poluição Sonora

O uso de diferentes máquinas na retirada da areia gera muita poluição sonora.

- Negativo: pois interfere negativamente no ambiente, por meio da produção de ruídos;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: a produção de ruídos ocorre localmente;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: pois o ruído é produzido momentaneamente;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário

- *Estocagem*

a) Recurso Edáfico (Compactação e Erosão)

A estocagem do material retirado implica em compactação do solo, que, como evidenciado anteriormente, interfere negativamente em certas características do solo.

- Negativo: a compactação contribui para a perda de certas características importantes do solo;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente, nos locais definidos para a estocagem da areia;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: em virtude da reocupação da vegetação nas áreas afetadas, com a melhoria das características do solo;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

b) Recurso Edáfico (Microbiota)

A estocagem implica na compactação do solo, com repercussões negativas junto à sua microbiota.

- Negativo: a compactação contribui para uma menor dinâmica microbiana no solo;
- Indireto: primeiro se dá a compactação do solo, para depois ocasionar o dano em questão;

Local: o impacto se dá localmente, nas áreas utilizadas para a estocagem;

Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação,

Temporário: em virtude da reocupação da vegetação nas áreas afetadas, o que cria melhores condições para a vida microbiana;

Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

c) Flora Terrestre (Vegetação Natural, Base Genética e Regeneração Natural)

A estocagem da areia implica na redução do habitat ocupado pela flora terrestre, pois abrange, muitas vezes, grandes áreas em ambientes ribeirinhos.

- Negativo: pois implica na redução do habitat ocupado pela flora terrestre;

- Direto: representa uma relação de causa e efeito;

- Local: o impacto se dá localmente, ou seja, apenas nas áreas efetivamente ocupadas com a estocagem;

- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;

- Temporário: em virtude da reocupação posterior da vegetação nas áreas afetadas;

- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

d) Fauna Terrestre (Habitat Natural e Base Genética)

A estocagem do material afeta a fauna terrestre, uma vez que representa uma redução espacial do habitat silvestre. Além disso, há a geração de ruídos pelas máquinas que fazem a estocagem da areia, afugentando animais silvestres.

- Negativo: pois ocorre a redução espacial do habitat e a fuga de animais;

- Direto: representa uma relação de causa e efeito;

- Local: ocorre no pátio de estocagem;

- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;

- Temporário: decorrido certo tempo da ação há novamente a ocupação do habitat;

- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

e) Aspecto Paisagístico

- Negativo: pois as áreas afetadas apresentam um impacto visual negativo;

- Direto: representa uma relação de causa e efeito;

- Local: o impacto se dá pontualmente;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há novamente a ocupação do habitat pela flora nativa, com a melhoria da qualidade cênica do local;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

- *Drenagem*

a) Recurso Hídrico (Turbidez, Assoreamento e Qualidade Química)

O processo de drenagem da areia gera lançamento de efluentes, com o conseqüente aumento da concentração de partículas sólidas na água.

- Negativo: pela depreciação da qualidade da água;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: o impacto abrange uma região, pois envolve recursos hídricos;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: em virtude do retorno às características anteriores, após o encerramento das atividades;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

b) Flora Aquática (Macrófitas e Fitoplâncton)

O aumento da turbidez e do assoreamento e o comprometimento da qualidade química da água afetarão indiretamente a ocupação do habitat pela flora aquática.

- Negativo: pois ocorre a descaracterização do habitat aquático, com obvias repercussões junto à sua flora típica;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso hídrico e depois na flora aquática;
- Regional: o impacto abrange uma região, pois envolve recursos hídricos;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: cessada a ação, o problema tende a se minimizar, o que permite a reocupação do habitat pela flora aquática;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

c) Fauna Aquática (Zooplâncton e Outros Organismos)

- Negativo: pois altera o ecossistema aquático;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso hídrico e depois na fauna aquática;
- Regional: pois uma mudança no ecossistema aquático ultrapassa aos limites locais;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há novamente a ocupação do habitat pela fauna aquática;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

d) Uso Múltiplo da Água

Como a atividade afeta a qualidade da água, ela também provoca conflitos de usos dos recursos hídricos.

- Negativo: pois afeta a qualidade da água, que leva a conflitos de uso deste recurso;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso hídrico e depois afeta o homem;
- Regional: pois envolve recursos hídricos;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: após cessar a atividade, o problema tende a desaparecer;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário

- *Peneiramento*

a) Ar (Partículas Sólidas)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o revolvimento do material mineral, que libera partículas sólidas para a atmosfera.

- Negativo: pelo aumento da concentração de partículas sólidas na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;

- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a deposição das partículas;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

- *Carregamento*

a) Ar (Partículas Sólidas)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o emprego de tratores, que atuam na emissão, para a atmosfera, de partículas sólidas.

- Negativo: pelo aumento da concentração de partículas sólidas na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a deposição das partículas;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

b) Ar (Gases de Motores)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o emprego de tratores, que atuam na emissão, para a atmosfera, de gases de combustão.

- Negativo: pelo aumento da concentração de gases na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a dispersão dos gases;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

c) Aspecto Paisagístico

A retirada da areia estocada, por meio do carregamento, atua positivamente junto ao aspecto paisagístico, na medida em que elimina as pilhas formadas.

- Positivo: pois elimina as pilhas de areia formadas;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá pontualmente;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;

- Temporário: devido à formação de novas pilhas, ao longo do tempo;
- Reversível: pois o impacto é temporário.

d) Poluição Sonora

O uso de tratores e caminhões no carregamento de areia gera muita poluição sonora.

- Negativo: pois a exposição a ruídos é maléfica à saúde humana;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: a geração de ruídos se dá localmente;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: pois a produção de ruídos é momentânea;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

- *Transporte*

a) Ar (Partículas Sólidas)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há a movimentação do material mineral, que atua na emissão, para a atmosfera, de partículas sólidas.

- Negativo: pelo aumento da concentração de partículas sólidas na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: pois o transporte se dá para diferentes localidades;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a deposição das partículas;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

b) Ar (Gases de Motores)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o emprego de caminhões, que atuam na emissão, para a atmosfera, de gases de combustão.

- Negativo: pelo aumento da concentração de gases na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: pois o transporte se dá para diferentes localidades;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;

- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a dispersão dos gases;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

c) Recurso Edáfico (Compactação e Erosão)

O transporte implica na compactação do solo, o que induz o surgimento de fenômenos erosivos.

- Negativo: a compactação contribui para a perda de certas características importantes do solo;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: pois o transporte se dá para diferentes localidades;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Permanente: em virtude de induzir uma compactação do solo permanente, já que ocorre no leito de estradas;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

d) Recurso Edáfico (Microbiota)

O transporte implica na compactação do solo, que induz o surgimento de fenômenos erosivos, impactando a sua microbiota.

- Negativo: pois interfere na dinâmica microbiana do solo;
- Indireto: ocorre primeiramente a compactação do solo, para depois acontecer os danos à microbiota;
- Regional: pois o impacto se dá ao longo das estradas;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Permanente: em virtude da compactação do solo ser permanente;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

e) Aspecto Paisagístico

- Positivo: pois o transporte remove as pilhas de areia;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá pontualmente, no pátio de estocagem da areia;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: pois há a formação de novas pilhas de areia, ao longo do tempo;

- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

f) Oferta do Produto

A oferta de areia contribui para a urbanização do país, sendo esse mineral de grande importância para a construção civil.

- Positivo: aumenta a oferta de produto na região;
- Direto: é uma relação de causa e efeito;
- Regional: pois a areia produzida é normalmente ofertada em nível regional;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: pois essa oferta perdura por determinados períodos;
- Reversível: pois o impacto é temporário.

g) Poluição Sonora

O uso de caminhões gera poluição sonora.

- Negativo: pois a exposição a ruídos é maléfica ao seres humanos;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: pois o transporte se dá para diferentes localidades;
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: devido ao ruído ser gerado momentaneamente;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

5.1.3. Desativação

A fase de desativação apresentou duas atividades impactantes (linhas), que, se multiplicadas pelo número de 25 fatores ambientais relevantes (colunas), perfazem 50 possíveis relações de impactos (Figura 3).

Dessas 50 possíveis relações de impacto, 20 (40%), 18 (36%) e 12 (24%) recaíram, respectivamente, sobre os meios físico, biótico e antrópico.

Das 50 possíveis relações de impacto, a matriz permitiu identificar e caracterizar qualitativamente 37 impactos ambientais, ou seja, 74% de sua capacidade total, sendo 16 negativos (43,24%) e 21 positivos (56,76%), todos passíveis de mitigação ou potencialização, conforme o caso. Esta situação confirma as duas

hipóteses lançadas para o presente estudo, no que tange ao uso do método das matrizes de interação para a fase de desativação do empreendimento.

No meio físico foram identificados 16 impactos ambientais, o que corresponde a 80% da sua capacidade total. No meio biótico e antrópico, por sua vez, foram registrados 13 e 8 impactos, correspondendo a 72,22% e 66,67% da sua capacidade total de preenchimento, respectivamente.

A seguir, são discutidos os impactos ambientais das duas atividades impactantes da fase de desativação.

- Retirada das Estruturas de Extração de Areia

Esta atividade refere-se ao trabalho de desmontagem e retirada da infraestrutura básica do empreendimento.

a) Ar (Partículas Sólidas)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o emprego de tratores e caminhões para a retirada das estruturas, que atuam na emissão, para a atmosfera, de partículas sólidas.

- Negativo: pelo aumento da concentração de partículas sólidas na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a deposição das partículas;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

b) Ar (Gases de Motores)

A qualidade do ar é afetada pela atividade, pois há o emprego de caminhões para a retirada das estruturas, que atuam na emissão, para a atmosfera, de gases de combustão.

- Negativo: pelo aumento da concentração de gases na atmosfera;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;

- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há a dispersão dos gases;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

c) Recurso Hídrico (Turbidez, Assoreamento, Vazão e Qualidade Química)

A utilização de equipamentos pesados na retirada das estruturas resultará em compactação do solo, afetando, como já foi descrito anteriormente, os recursos hídricos.

- Negativo: pelas interferências na qualidade e quantidade de água;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico;
- Regional: o impacto abrange uma região, pois atinge recursos hídricos;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de operação;
- Temporário: em virtude da recuperação da vegetação nas áreas afetadas;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

d) Recurso Edáfico (Compactação e Erosão)

A utilização de equipamentos pesados na retirada das estruturas resultará em compactação do solo, potencializando, como já descrito anteriormente, a ocorrência de fenômenos erosivos.

- Negativo: a compactação contribui para a perda de certas características importantes do solo;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Temporário: em virtude da recuperação da vegetação nas áreas afetadas, com a melhoria das características do solo;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

e) Recurso Edáfico (Microbiota)

A retirada das estruturas de extração implica na compactação do solo, o que interfere na dinâmica microbiana.

- Negativo: pela interferência maléfica na vida microbiana do solo;
- Indireto: ocorre primeiramente a compactação, para depois acontecer os danos junto a microbiota do solo;
- Local: o impacto se dá localmente, nos locais compactados;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Temporário: pela reocupação da vegetação nas áreas afetadas, com a melhoria das características do solo;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

f) Flora Aquática (Macrófitas e Fitoplâncton)

A compactação, advinda do uso de equipamentos pesados na retirada das estruturas de extração, potencializará a erosão, que atuará no aporte de sedimentos para os mananciais hídricos, ocasionando, assim, o seu assoreamento, o aumento da turbidez e a sua contaminação química, o que indiretamente afetará a ocupação do habitat pela flora aquática.

- Negativo: pela descaracterização do habitat aquático, com implicações maléficas para as macrófitas e fitoplâncton;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico e depois na flora aquática;
- Regional: o impacto abrange uma região, pois envolve recursos hídricos;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há novamente a ocupação do habitat;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

g) Fauna Aquática (Zooplâncton e Outros Organismos)

- Negativo: pois altera o ecossistema aquático, com repercussões na sua fauna típica;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico e depois na fauna aquática;
- Regional: pois uma mudança no ecossistema aquático ultrapassa aos limites locais;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Temporário: decorrido certo tempo da ação há novamente a ocupação do habitat;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

h) Aspecto Paisagístico

- Positivo: pois haverá a remoção das estruturas, que geram impactos visuais negativos;

- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá pontualmente;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Permanente: pois as estruturas serão retiradas e levadas para outros locais;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

i) Uso Múltiplo da Água

Como a atividade afeta a qualidade da água, ela também provoca conflitos de usos dos recursos hídricos.

- Negativo: pela geração de conflitos no uso do recurso hídrico;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso hídrico e depois afeta o homem;
- Regional: pois envolve recursos hídricos;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Temporário: após cessar a atividade, o problema tende a desaparecer;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

j) Oferta do Produto

A oferta de areia contribui para a urbanização do país, sendo esse mineral de grande importância para a construção civil. Neste sentido, a retirada das estruturas que fazem a sua extração representa um aspecto negativo.

- Negativo: diminui a oferta do produto na região;
- Direto: é uma relação de causa e efeito;
- Regional: pois a areia é ofertada regionalmente;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Temporário: pois essa oferta tende a ser substituída por outras fontes;
- Reversível: pois o impacto é temporário

k) Desenvolvimento Regional

- Negativo: pois a retirada das estruturas implica na não produção de areia, que é de fundamental importância para a construção civil, afetando naturalmente o desenvolvimento regional;

- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: pois a areia é normalmente comercializada em nível regional;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Temporário: pois essa oferta tende a ser substituída por outras fontes;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

l) Poluição Sonora

O uso de diferentes máquinas na retirada das estruturas de extração gera muita poluição sonora.

- Negativo: pois a exposição a ruídos interfere negativamente na saúde humana;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: a geração de ruídos se dá em locais específicos, em que se encontram as estruturas a serem retiradas;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Temporário: devido ao ruído ser gerado momentaneamente;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário

- Recuperação e Reabilitação da Área

a) Recurso Hídrico (Turbidez, Assoreamento, Vazão e Qualidade Química)

A recomposição da cobertura vegetal praticada nesta etapa irá melhorar as condições hidrológicas dos terrenos afetados pelo empreendimento, pois induzirá um maior recobrimento do solo.

- Positivo: pois repercutirá de forma benéfica na qualidade e quantidade de água, tendo em vista um maior recobrimento do solo;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente no recurso edáfico, para depois se manifestar no recurso hídrico;

- Regional: devido ao impacto estar envolvido com recursos hídricos;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Permanente: em virtude do trabalho visar o estabelecimento de um novo equilíbrio ecológico, que se pressupõe sustentável;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

b) Recurso Edáfico (Compactação, Erosão e Microbiota)

A utilização de técnica de descompactação do solo, como o uso de escarificadores, repercutirá positivamente em termos de contenção dos fenômenos erosivos. Esta situação permitirá a dinamização da vida microbiana no solo.

- Positivo: pois as técnicas de recuperação induzem à minimização de fenômenos erosivos, contribuindo para o restabelecimento da vida microbiana no solo;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente, nos pontos impactados pelo empreendimento;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Permanente: em virtude do equilíbrio que o sistema tende a atingir;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

c) Flora Terrestre (Vegetação Natural, Base Genética e Regeneração Natural)

A recomposição vegetal, com base em material genético nativo da região, guarda relações extremamente positivas com estes fatores ambientais considerados.

- Positivo: pois a recomposição vegetal recupera, de certo modo, a base genética da flora nativa do local;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá localmente;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Permanente: pelo equilíbrio ecológico que se propõe atingir;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

d) Flora Aquática (Macrófitas e Fitoplâncton)

A melhoria das características dos recursos edáficos e hídricos afetará beneficemente as comunidades aquáticas.

- Positivo: pois ocorre a potencialização da ocupação do habitat pela flora aquática;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente nos recursos edáfico e hídrico, para depois afetar a flora aquática;
- Regional: o impacto abrange uma região, pois envolve recursos hídricos;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Permanente: em virtude do equilíbrio ecológico que o sistema tende a atingir;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

e) Fauna Terrestre (Base Genética e Habitat Natural)

A recomposição vegetal, com base em material genético nativo da região, guarda relações extremamente importantes com estes fatores ambientais considerados.

- Positivo: pois permite a reocupação do habitat pela fauna terrestre;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: pois ocorre nos locais recuperados;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Permanente: em vista do equilíbrio ecológico que o sistema tende a atingir;
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

f) Fauna Aquática (Zooplâncton e Outros Organismos)

A melhoria das características dos recursos edáficos e hídricos afetará beneficemente as comunidades aquáticas.

- Positivo: pois melhora várias características do ecossistema aquático, com benefícios evidentes à sua comunidade faunística;
- Indireto: é resultado de um impacto que surge primeiramente nos recursos edáfico e hídrico, para depois afetar a fauna aquática;
- Regional: pois uma mudança no ecossistema aquático ultrapassa os limites locais;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Permanente: em virtude do equilíbrio ecológico que o sistema tende a atingir;

- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

g) Aspecto Paisagístico

- Positivo: pois as áreas recuperadas resgatam o valor paisagístico;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Local: o impacto se dá pontualmente, nos locais recuperados;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Permanente: pelo equilíbrio ecológico que o sistema tende a atingir, incluindo-se aspectos ligados ao paisagismo;
- Irreversível: pois o impacto é permanente.

h) Emprego

A recuperação e a reabilitação da área têm a capacidade de gerar novos postos de trabalho, dependendo, é claro, dos objetivos almejados no projeto e do potencial da área para usos futuros.

- Positivo: pois a recuperação e a reabilitação apresentam, implicitamente, capacidade geradora de emprego;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: o emprego tende a se dar em nível regional;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Temporário: a geração de empregos é temporária;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário

i) Desenvolvimento Regional

- Positivo: pois a recuperação e a reabilitação apresentam capacidade geradora de emprego, com repercussões óbvias no desenvolvimento regional;
- Direto: representa uma relação de causa e efeito;
- Regional: pelo fato da geração de empregos repercutir regionalmente;
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de desativação;
- Temporário: pelo fato do agente desencadeador, ou seja, a geração de empregos, ser temporária;
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

5.2. Identificação de Impactos Ambientais e Delineamento das Medidas Mitigadoras e Potencializadoras pelo Método da Listagem de Controle

Com base nos resultados alcançados pelo método da matriz de interação, e de forma complementar, foi possível listar 93 impactos ambientais para o empreendimento de extração de areia em cursos d' água, assim distribuídos, respectivamente, para as etapas de implantação, operação e desativação: 36 (38,71%), 43 (46,24%) e 14 (15,05%). Do total de impactos, apenas 17 (18,28%) se mostraram positivos, sendo 3 para a etapa de implantação, 5 para a etapa de operação e 9 para a etapa de desativação. Portanto, foram listados 76 (81,72%) impactos ambientais negativos, sendo 33, 38 e 5 para as fases de implantação, operação e desativação, respectivamente. Deste modo, confirmam-se também para o método do "checklist" as duas hipóteses levantadas, ou seja, de que o empreendimento em questão gera impactos ambientais negativos e positivos, bem como que o procedimento metodológico adotado é capaz de retratar fielmente estes desdobramentos.

Para os 93 impactos ambientais identificados, foram delineadas 177 medidas ambientais, sendo 20 potencializadoras (11,30%) e 157 minimizadoras (88,70%), em que a maioria tem caráter preventivo, podendo ser executada pelo próprio empreendedor.

A seguir, são listados todos esses impactos, para cada uma das etapas, com as respectivas medidas ambientais e os responsáveis pela sua execução.

5.2.1. Implantação

a) Impactos Positivos e Respectivas Medidas Potencializadoras com os Agentes Responsáveis pela Execução

- Aumento da oferta de emprego, pela contratação de mão-de-obra nas diferentes operações da implantação do empreendimento, com a conseqüente melhoria da qualidade de vida. Medidas: Contratar prioritariamente pessoal da própria região (Empreendedor); e Alocar a mão-de-obra em operações que perdurem por um período maior de tempo (Empreendedor).

- Dinamização do setor comercial, devido à aquisição de fatores de produção, proporcionando um aquecimento da economia local. Medida: Adquirir os fatores de produção, sempre que possível, na própria região do empreendimento (Empreendedor).

- Contribuição para o desenvolvimento regional, quando da implantação da rede viária. Medida: Implantar a rede viária de forma integrada ao sistema porventura existente (Empreendedor).

b) Impactos Negativos e Respectiveas Medidas Mitigadoras com os Agentes Responsáveis pela Execução

- Depreciação da qualidade do ar, causada pela emissão de gases poluentes, provindos da combustão no motor de maquinarias utilizadas em diferentes operações. Medidas: Desenvolver e utilizar equipamentos e combustíveis com menor potencial poluidor (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Implantar um sistema eficiente de manutenção das maquinarias (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do ar, em decorrência do aumento da concentração de particulados, devido ao desnudamento da área e conseqüente exposição do solo aos ventos. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a exposição excessiva do solo (Empreendedor); e Utilizar caminhões-pipa para irrigar o solo em áreas acessíveis, durante a execução das tarefas (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do ar, em decorrência do aumento da concentração de partículas sólidas, advindas da movimentação do solo em algumas das atividades de implantação do empreendimento. Medidas: Aperfeiçoar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a movimentação excessiva de solo (Empreendedor); e Utilizar caminhões-pipa para irrigar o solo em áreas acessíveis, durante a execução das tarefas (Empreendedor).

- Aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso d' água, em virtude do surgimento de fenômenos erosivos, decorrente da exposição do solo às intempéries. Medidas: Aperfeiçoar o treinamento dos operários para a execução racional das tarefas mecanizadas (Empreendedor); e Executar projeto de implantação de rede viária em época seca, contando com sistemas de escoamento das águas superficiais e adequada estabilização de encostas e taludes de corte e aterro (Empreendedor).

- Contaminação do curso d' água causada pelos resíduos (óleos, graxas, lubrificantes) provenientes de maquinarias utilizadas nos diferentes tipos de operações. Medidas: Efetuar, periodicamente, revisão mecânica nas máquinas e equipamentos utilizados na extração de areia (Empreendedor); e Acondicionar e manusear adequadamente os óleos, graxas e lubrificantes, de modo a evitar a contaminação dos

recursos hídricos (Empreendedor).

- Diminuição da infiltração de água no solo, devido à compactação ocasionada pelo uso de máquinas pesadas. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de compactação (Empreendedor).

- Diminuição da infiltração de água no solo, em virtude da impermeabilização promovida pela instalação da infra-estrutura do empreendimento. Medida: Racionalizar as tarefas relativas à implantação da infra-estrutura necessária, minimizando a ocupação do espaço (Empreendedor).

- Desregularização da vazão dos cursos d' água, quando da erradicação da cobertura vegetal. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a retirada indiscriminada da vegetação (Empreendedor); e Elaborar e executar projeto de implantação da rede viária, procurando minimizar a densidade de estradas e acessos, com menor interferência possível na vegetação (Órgão de Pesquisa e Empreendedor).

- Desregularização da vazão dos cursos d' água, quando da compactação do solo. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de compactação (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do solo, decorrente da diminuição da fertilidade, em função da compactação do mesmo. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de compactação (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do solo, decorrente da diminuição da fertilidade, devido a remoção da matéria orgânica nas áreas onde o mesmo foi exposto. Medida: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a retirada indiscriminada da vegetação e da manta orgânica do solo (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do solo, em virtude da diminuição da aeração, devido à compactação ocasionada pelo uso de maquinarias pesadas. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários

na execução das tarefas, evitando o excesso de compactação (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do solo, em virtude da alteração na sua plasticidade, decorrente da compactação, com conseqüentes mudanças nas taxas de infiltração, escoamento superficial e fertilidade. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de compactação (Empreendedor).

- Incidência de processos erosivos no solo, em virtude da interferência advinda da compactação, com a conseqüente depreciação da sua qualidade. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de compactação (Empreendedor).

- Danos à microbiota do solo, ocasionados pelos trabalhos de remoção da vegetação e abertura da rede viária. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a retirada indiscriminada da vegetação (Empreendedor); e Elaborar e executar projeto de implantação da rede viária, procurando minimizar a densidade de estradas e acessos, com menor interferência possível na vegetação (Órgão de Pesquisa e Empreendedor).

- Danos à microbiota do solo, causados pela interferência direta nesta, decorrente da compactação dos solos, em virtude do tráfego de maquinarias pesadas. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de danos mecânicos à microbiota do solo (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do solo, decorrente da contaminação causada pelos resíduos (óleos, graxas, lubrificantes, etc.) provenientes das máquinas utilizadas nos diferentes tipos de trabalho. Medidas: Efetuar, periodicamente, revisão mecânica nas máquinas e equipamentos utilizados na extração de areia (Empreendedor); e Acondicionar e manusear adequadamente os óleos, graxas e lubrificantes, de modo a evitar a contaminação dos solos (Empreendedor).

- Estresse da fauna silvestre, ocasionado pela geração de ruídos advindos do trânsito de maquinarias. Medidas: Efetuar, periodicamente, revisão mecânica das máquinas, visando minimizar a geração de ruídos (Empreendedor); Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, minimizando a geração de ruídos

(Empreendedor); e Limitar a velocidade dentro do empreendimento (Empreendedor).

- Estresse da fauna silvestre, ocasionado pela geração de ruídos advindos do aumento de presença humana no local. Medida: Disciplinar a entrada e a movimentação de pessoas na área (Empreendedor).

- Comprometimento da vida aquática, devido ao carreamento de partículas sólidas, na fase de implantação do empreendimento. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, visando minimizar os processos erosivos (Empreendedor); e Elaborar e executar projeto de implantação de rede viária, procurando minimizar a densidade de estradas e acessos, com menor interferência possível na vegetação (Órgão de Pesquisa e Empreendedor).

- Redução espacial do habitat silvestre, quando da erradicação da cobertura vegetal nativa nas áreas destinadas à instalação das estruturas de extração de areia. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a retirada indiscriminada da vegetação (Empreendedor); Implantar projeto de recomposição florística em áreas mais afetadas (Empreendedor); Priorizar a implantação desse tipo de infra-estrutura em áreas já alteradas antropicamente (Empreendedor); e Implantar esse tipo de infra-estrutura de forma que os remanescentes vegetais nativos sejam contíguos e representem as melhores áreas, em termos de estado de conservação (Empreendedor).

- Redução espacial do habitat silvestre, quando da erradicação da cobertura vegetal nativa ao longo da rede viária. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a retirada indiscriminada da vegetação (Empreendedor); Implantar projeto de recomposição florística em áreas mais afetadas (Empreendedor); Priorizar a implantação desse tipo de infra-estrutura em áreas já alteradas antropicamente (Empreendedor); Implantar esse tipo de infra-estrutura de forma que os remanescentes vegetais nativos sejam contíguos e representem as melhores áreas, em termos de estado de conservação (Empreendedor); e Elaborar e executar projeto de implantação de rede viária, procurando minimizar a densidade de estradas e acessos, com menor interferência possível na vegetação (Órgão de Pesquisa e Empreendedor).

- Diminuição da capacidade de suporte do meio para a fauna silvestre, quando da redução do habitat natural. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a retirada indiscriminada da vegetação (Empreendedor); e Implantar projeto de recomposição florística em áreas mais afetadas (Empreendedor).

- Redução do banco de propágulos do solo, devido a erradicação da vegetação para abertura da malha viária e instalação das estruturas de extração de areia. Medidas: Fazer coleta de propágulos vegetais para futuro projeto de recomposição florística das áreas afetadas (Empreendedor); Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a retirada indiscriminada da vegetação (Empreendedor); Priorizar a implantação desse tipo de infra-estrutura em áreas já alteradas antropicamente (Empreendedor); e Elaborar e executar projeto de implantação de rede viária, procurando minimizar a densidade de estradas e acessos, com menor interferência possível na vegetação (Órgão de Pesquisa e Empreendedor).

- Achatamento da base genética das espécies vegetais terrestres, em função da erradicação da cobertura vegetal nativa para a instalação do empreendimento, inclusive em ambientes de preservação permanente. Medidas: Fazer coleta de propágulos vegetais para futuro projeto de recomposição florística das áreas afetadas (Empreendedor); Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a retirada indiscriminada da vegetação (Empreendedor); Priorizar a implantação desse tipo de infra-estrutura em áreas já alteradas antropicamente e se possível, fora das áreas de preservação permanente (Empreendedor); e Elaborar e executar projeto de implantação de rede viária, procurando minimizar a densidade de estradas e acesso, com menor interferência possível na vegetação (Órgão de Pesquisa e Empreendedor).

- Tendência ao achatamento da base genética das espécies vegetais aquáticas, induzido pelas conseqüências negativas do aumento de turbidez nos cursos d' água. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, visando minimizar os processos erosivos (Empreendedor); e Executar projeto de implantação de rede viária em época seca, contando com sistemas de escoamento das águas superficiais e adequada estabilização de encostas e taludes de corte e aterro (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade de vida dos trabalhadores e de vizinhos situados no entorno do empreendimento, devido aos ruídos causados pelas máquinas nas diferentes operações de implantação do empreendimento. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, visando minimizar a geração de ruídos (Empreendedor); e Utilizar abafador de ruído nas máquinas e protetores auriculares por parte dos trabalhadores (Empreendedor).

- Comprometimento do fluxo de veículos automotores, devido a ocupação de parte da via por maquinarias, no período de construção do empreendimento. Medida: Colocação de placas de sinalização e de advertência em pontos estratégicos, para alertar

quanto ao tráfego de maquinarias pesadas (Empreendedor).

- Impacto visual, associado às estruturas instaladas, na fase de implantação do empreendimento. Medidas: Racionalizar as tarefas relativas à implantação da infra-estrutura necessária, minimizando a ocupação do espaço (Empreendedor); e Priorizar a implantação desse tipo de infra-estrutura em áreas já alteradas antropicamente (Empreendedor).

- Impacto visual associado ao processo de retirada da vegetação. Medidas: Racionalizar as tarefas relativas à implantação da infra-estrutura necessária, minimizando a ocupação do espaço (Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a retirada indiscriminada da vegetação (Empreendedor).

- Possíveis danos à saúde pública, pela importação e disseminação de vetores e doenças com a vinda de trabalhadores de outras regiões. Medida: Implantar programa admissional junto ao contingente de trabalhadores, com enfoque na identificação de doenças contagiosas (Empreendedor).

- Diminuição da possibilidade de usos múltiplos da água, tendo em vista o aumento da turbidez e a possibilidade de contaminação desta. Medida: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o aumento excessivo de turbidez e a contaminação do corpo líquido com óleos, graxas e lubrificantes (Empreendedor).

- Depreciação do patrimônio público, em virtude das trepidações ocorridas com o uso de máquinas pesadas, podendo provocar avarias em pontes, estradas e construções próximas ao local. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o tráfego desnecessário das maquinarias (Empreendedor); e Avaliar previamente as edificações do entorno, com a tomada de providências cabíveis (Empreendedor e Setor Público).

5.2.2. Operação

a) Impactos Positivos e Respectivas Medidas Potencializadoras com os Agentes Responsáveis pela Execução

- Diminuição do assoreamento dos cursos d' água, em virtude da remoção dos sedimentos para a obtenção da areia, que traz implicações positivas para a qualidade de

vida das populações ribeirinhas, em vista de uma menor possibilidade de ocorrência de enchentes. Medida: Dragar o trecho do rio de forma a remover todo o banco de areia (Empreendedor).

- Diminuição da proliferação de vetores de doenças - insetos e moluscos-, decorrente do favorecimento ao aumento da vazão dos rios, devido a remoção do material sólido no leito destes. Medida: Dragar o trecho do rio de forma a remover todo o banco de areia (Empreendedor).

- Aumento da oferta de emprego, pela contratação de mão-de-obra na fase de operação do empreendimento, com a conseqüente melhoria da qualidade de vida. Medidas: Contratar prioritariamente pessoal da própria região (Empreendedor); e Alocar a mão-de-obra em operações que perdurem por um período maior de tempo (Empreendedor).

- Aumento da receita dos governos estaduais e, principalmente, dos municipais, em virtude da obtenção, por parte destes, da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM. Medida: Fiscalizar sistematicamente o empreendimento minerário, para se fazer os recolhimentos devidos (Setor Público).

- Aumento da oferta de areia, com repercussões positivas para a sociedade em geral, mediante seu uso para diversos fins, com a conseqüente melhoria da qualidade de vida. Medida: Garantir o suprimento de areia para a sociedade (Empreendedor).

b) Impactos Negativos e Respectivas Medidas Mitigadoras com os Agentes Responsáveis pela Execução

- Depreciação da qualidade do ar, causada pela emissão de gases poluentes, provindos da combustão no motor de maquinarias utilizadas em diferentes operações. Medidas: Desenvolver e utilizar equipamentos e combustíveis com menor potencial poluidor (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Implantar um sistema eficiente de manutenção das maquinarias (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do ar, em decorrência do aumento da concentração de particulados, advinda da movimentação do material mineral. Medidas: Utilizar veículos com carrocerias de guardas laterais fechadas e cobrir devidamente a areia com lonas ou similares, para o transporte do material mineral (Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a movimentação desnecessária do material mineral (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do ar, em decorrência do aumento da concentração de particulados, devido ao desnudamento da área e conseqüente exposição do solo aos ventos. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a exposição excessiva do solo (Empreendedor); Utilizar caminhões-pipa para irrigar o solo em áreas acessíveis, durante a execução das tarefas (Empreendedor); Implantar projeto de revegetação de áreas degradadas (Empreendedor); e Utilizar quebra-ventos com espécies vegetais (Empreendedor).

- Aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso d' água, em virtude do surgimento de fenômenos erosivos, decorrente da exposição do solo às intempéries. Medidas: Aperfeiçoar o treinamento dos operários para a execução racional das tarefas mecanizadas (Empreendedor); Implantar técnicas adequadas de estabilização de terreno (Empreendedor); e Implantar projeto de revegetação de áreas degradadas (Empreendedor).

- Contaminação do curso d' água causada pelos resíduos (óleos, graxas, lubrificantes) provenientes de maquinarias utilizadas nos diferentes tipos de operações. Medidas: Efetuar, periodicamente, revisão mecânica nas máquinas e equipamentos utilizados na extração de areia (Empreendedor); Acondicionar e manusear adequadamente os óleos, graxas e lubrificantes, de modo a evitar a contaminação dos recursos hídricos (Empreendedor); Dotar as balsas das dragas de uma proteção em suas laterais, para evitar o derramamento de óleos e graxas nos cursos d' água (Empreendedor); e Separar, para posterior tratamento, as águas de lavagem das máquinas e dos equipamentos, antes de retornarem ao curso d' água (Empreendedor).

- Aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso d' água, devido ao atrito do material mineral com o corpo líquido, durante o processo de extração de areia. Medida: Aperfeiçoar o treinamento dos operários na execução das tarefas de obtenção do material mineral (Empreendedor).

- Diminuição da infiltração de água no solo, devido a compactação ocasionada pelo uso de máquinas pesadas. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de compactação (Empreendedor).

- Desregularização da vazão dos cursos d' água, quando da compactação do solo. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o

treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de compactação (Empreendedor).

- Contaminação da água subterrânea, por possíveis derramamentos de óleos, graxas e lubrificantes em diferentes tipos de operação. Medidas: Efetuar, periodicamente, revisão mecânica nas máquinas e equipamentos utilizados na extração de areia (Empreendedor); Acondicionar e manusear adequadamente os óleos, graxas e lubrificantes, de modo a evitar a contaminação dos recursos hídricos (Empreendedor); Dotar as balsas das dragas de uma proteção em suas laterais, para evitar o derramamento de óleos e graxas nos cursos d' água (Empreendedor); e Separar, para posterior tratamento, as águas de lavagem das máquinas e dos equipamentos, antes de retornarem ao curso d' água (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade física, química e biológica da água superficial, pelo lançamento de efluentes advindos do esgoto sanitário. Medidas: Implantar um sistema de coleta de esgotamento sanitário no empreendimento (Empreendedor); e Efetuar, periodicamente, vistorias para averiguação de possíveis vazamentos de esgoto para o manancial (Empreendedor).

- Alteração da calha original dos cursos d' água, em virtude do uso de equipamentos de extração de areia nos leitos dos rios. Medidas: Observar o posicionamento correto dos equipamentos de sucção, que nunca devem ser voltados para as margens dos corpos d' água (Empreendedor); e Averiguar a potencialidade da jazida, evitando a degradação excessiva do curso d' água (Empreendedor).

- Possibilidade de interferência na velocidade e na direção do curso d' água, tendo em vista a eliminação de bancos de sedimentos presentes nos leitos dos rios. Medida: Aprimorar o trabalho da draga, no sentido de garantir a remoção de bancos de areia apenas nos locais previamente definidos (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do solo, decorrente da diminuição da fertilidade, em função da compactação do mesmo. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de compactação (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do solo, em virtude da diminuição da aeração, devido a compactação ocasionada pelo uso de maquinarias pesadas. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários

na execução das tarefas, evitando o excesso de compactação (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do solo, em virtude da alteração na sua plasticidade decorrente da compactação, com conseqüentes mudanças nas taxas de infiltração, escoamento superficial e fertilidade. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de compactação (Empreendedor).

- Incidência de processos erosivos no solo, em virtude da interferência advinda da compactação, com a conseqüente depreciação da sua qualidade. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de compactação (Empreendedor).

- Danos à microbiota do solo, causados pela interferência direta nesta, decorrente da compactação dos solos, em virtude do tráfego de maquinarias pesadas. Medidas: Desenvolver maquinarias com menor capacidade de compactação do solo (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de danos mecânicos à microbiota do solo (Empreendedor).

- Danos à microbiota do solo, em virtude de uma maior exposição do solo às intempéries, decorrente da retirada da vegetação nessas áreas. Medida: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando a retirada indiscriminada da vegetação (Empreendedor).

- Indução à uma instabilidade do solo nos ambientes ribeirinhos, tendo em vista a concentração de operações nos mesmos para a extração de areia. Medidas: Implantar técnicas de estabilização de terrenos em ambientes ribeirinhos (Empreendedor); Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o tráfego excessivo das maquinarias (Empreendedor); e Observar o posicionamento correto dos equipamentos de sucção, que nunca devem ser voltados para as margens dos corpos d' água (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade do solo, decorrente da contaminação causada pelos resíduos (óleos, graxas, lubrificantes, etc.) provenientes das máquinas utilizadas nos diferentes tipos de trabalho. Medidas: Efetuar, periodicamente, revisão mecânica nas máquinas e equipamentos utilizados na extração de areia (Empreendedor); Acondicionar e manusear adequadamente os óleos, graxas e lubrificantes, de modo a

evitar a contaminação dos solos (Empreendedor); e Separar, para posterior tratamento, as águas de lavagem das máquinas e dos equipamentos, antes de retornarem ao curso d'água (Empreendedor).

- Estresse da fauna silvestre, causado por ruídos dos equipamentos (bombas) e máquinas (tratores) utilizados na fase de operação do empreendimento. Medidas: Efetuar, periodicamente, revisão mecânica das máquinas e equipamentos, visando minimizar a geração de ruídos (Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, minimizando a geração de ruídos (Empreendedor).

- Estresse da fauna silvestre, ocasionado pela geração de ruídos advindos do aumento de presença humana no local. Medida: Disciplinar a entrada e a movimentação de pessoas na área (Empreendedor).

- Comprometimento da vida aquática, devido ao carreamento de partículas sólidas na fase de operação do empreendimento. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, visando minimizar os processos erosivos (Empreendedor); e Implantar projeto de recomposição florística das áreas afetadas, visando à diminuição dos processos erosivos (Empreendedor).

- Estresse da fauna aquática, ocasionado pela geração de turbulência no curso d'água quando da extração de areia. Medida: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, minimizando turbulências no corpo líquido (Empreendedor).

- Tendência ao achatamento da base genética das espécies animais aquáticas, advindo das conseqüências negativas no corpo líquido, por possíveis derramamentos de óleos, graxas e lubrificantes. Medidas: Efetuar, periodicamente, revisão mecânica nas máquinas e equipamentos utilizados na extração de areia (Empreendedor); Acondicionar e manusear adequadamente os óleos, graxas e lubrificantes, de modo a evitar a contaminação dos recursos hídricos (Empreendedor); Dotar as balsas das dragas de uma proteção em suas laterais, para evitar o derramamento de óleos e graxas nos cursos d'água (Empreendedor); e Separar, para posterior tratamento, as águas de lavagem das máquinas e dos equipamentos, antes de retornarem ao curso d'água (Empreendedor).

- Comprometimento da vida aquática, quando da diminuição da produtividade global do seu ecossistema típico, decorrente do aumento da turbidez nas coleções d'água. Medidas: Implantar projeto de recomposição florística das áreas desnudas, visando diminuir o processo de erosão (Empreendedor); Implantar técnicas adequadas de estabilização de terrenos (Empreendedor); e Aperfeiçoar o treinamento dos operários

para a execução racional das tarefas mecanizadas (Empreendedor).

- Danos mecânicos ao banco de propágulos vegetais do solo, pelo trânsito de maquinarias. Medida: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o excesso de danos mecânicos ao banco de propágulos vegetais do solo (Empreendedor).

- Tendência ao achatamento da base genética das espécies vegetais aquáticas, pelo aumento do fluxo d' água induzido pela extração de areia, o que dificulta a fixação destes vegetais no corpo líquido. Medida: Aprimorar o trabalho da draga, no sentido de garantir a remoção de bancos de areia apenas nos locais previamente definidos (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade de vida dos trabalhadores e de vizinhos situados no entorno do empreendimento, devido aos ruídos causados pelas máquinas na fase de operação. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, minimizando a geração de ruídos (Empreendedor); Utilizar abafador de ruído nas máquinas e protetores auriculares por parte dos trabalhadores (Empreendedor); e Utilizar barreiras sonoras com espécies vegetais (Empreendedor).

- Impacto visual associado à descaracterização da paisagem natural, pela formação de bancos de areia em áreas ribeirinhas. Medida: Otimizar a extração de acordo com a demanda, regulando a permanência da areia nos locais de estocagem (Empreendedor).

- Possíveis danos à saúde pública, pela importação e disseminação de vetores e doenças com a vinda de trabalhadores de outras regiões. Medida: Implantar programa admissional junto ao contingente de trabalhadores, com enfoque na identificação de doenças contagiosas (Empreendedor).

- Possibilidade de ocorrência de acidentes com animais peçonhentos, em razão da permanência de entulhos e detritos advindos da extração. Medidas: Utilizar ao máximo estes materiais extraídos, como por exemplo, na recuperação das vias de acesso (Empreendedor); e Implantar um sistema de coleta e disposição final dos resíduos não aproveitáveis (Empreendedor).

- Risco de acidentes de trabalho, tendo em vista a grande utilização de mão-de-obra braçal durante toda a vida útil do empreendimento. Medidas: Disponibilizar aos trabalhadores os equipamentos de proteção (Empreendedor); e Investir na orientação dos trabalhadores, para o uso dos equipamentos de proteção e quanto às posições corretas de trabalho (Empreendedor).

- Risco de acidentes para os banhistas, quando da formação de “panelões”, devido à ação das dragas. Medidas: Dragar o trecho do rio, de forma a remover todo o banco de areia, evitando a formação de “panelões” (Empreendedor); e Sinalizar a área sobre o perigo de acidentes (Empreendedor).

- Diminuição da possibilidade de usos múltiplos da água, tendo em vista o aumento da turbidez e a possibilidade de contaminação desta. Medida: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o aumento excessivo de turbidez e a contaminação do corpo líquido com óleos, graxas e lubrificantes (Empreendedor).

- Possibilidade de ocorrência de acidentes automobilísticos, devido à queda de areia durante o transporte para as fontes de consumo. Medidas: Utilizar veículos com carrocerias de guardas laterais fechadas e cobrir devidamente a areia com lonas ou similares, para o transporte do material mineral (Empreendedor); e Transportar a areia quando esta estiver seca (Empreendedor).

- Depreciação do patrimônio público, em virtude das trepidações ocorridas com o uso de máquinas pesadas, podendo provocar avarias em pontes, estradas e construções próximas ao local. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, evitando o tráfego desnecessário das maquinarias (Empreendedor); e Avaliar previamente as edificações do entorno, com a tomada de providências cabíveis (Empreendedor e Setor Público).

- Aumento da possibilidade de ocorrer acidentes nos ambientes onde houve instabilidade do solo, por ocasião da concentração de operações para a extração de areia. Medida: Implantar técnicas de estabilização de terrenos (Empreendedor).

5.2.3. Desativação

a) Impactos Positivos e Respectivas Medidas Potencializadoras e Agentes Responsáveis pela Execução

- Melhoria da qualidade química da água superficial, pelo não-lançamento de efluentes advindos do esgoto sanitário, tendo em vista a desativação da infra-estrutura do empreendimento. Medida: Desativar efetivamente as fossas sépticas, a partir da colocação de cal, com posterior preenchimento da cava, seguido de compactação (Empreendedor).

- Diminuição do grau de compactação do solo, pela recuperação da cobertura vegetal na fase de desativação do empreendimento. Medida: Realizar escarificação do solo nas áreas afetadas, visando atenuar essa compactação e potencializar a recuperação da cobertura vegetal (Empreendedor).

- Favorecimento ao processo de reocupação do habitat pela microbiota, em virtude da recuperação da cobertura vegetal na fase de desativação. Medida: Disciplinar a circulação de pessoas e maquinarias na área, de forma a permitir melhor recuperação da microbiota (Empreendedor).

- Melhoria da capacidade de suporte do meio para a fauna silvestre, em função da regeneração da cobertura vegetal nas áreas anteriormente desnudadas para instalação das estruturas de extração de areia. Medida: Disciplinar a circulação de pessoas e maquinarias em áreas propícias à reocupação do habitat pela fauna silvestre (Empreendedor).

- Favorecimento ao processo de reocupação do habitat pela fauna terrestre e aquática, uma vez considerada a não mais operação das maquinarias, a desmontagem da infra-estrutura do empreendimento e a recuperação e reabilitação da área. Medida: Disciplinar a circulação de pessoas e maquinarias na área, de forma a permitir melhor reocupação do habitat pela fauna (Empreendedor).

- Favorecimento ao processo de reocupação do habitat pela flora terrestre e aquática, uma vez considerada a desmontagem da infra-estrutura do empreendimento e a recuperação e reabilitação da área. Medida: Disciplinar a circulação de pessoas e maquinarias na área, de forma a permitir melhor regeneração natural da flora (Empreendedor).

- Melhoria nos aspectos paisagísticos do local, devido à recuperação e reabilitação da área utilizada no empreendimento. Medida: Avaliar sistematicamente o projeto paisagístico implantado, verificando se o seu objetivo está sendo alcançado (Empreendedor).

- Possibilidade de dinamização do convívio social, decorrente do usufruto da área após a sua recuperação e reabilitação. Medida: Incluir no projeto de recuperação e reabilitação da área a oferta de atrativos de lazer – trilhas para caminhadas, jogos ao ar livre, etc. (Empreendedor).

- Aumento da oferta de emprego, pela contratação de mão-de-obra nas diferentes operações de desativação do empreendimento, com a conseqüente melhoria da qualidade de vida. Medidas: Contratar prioritariamente pessoal da própria região

(Empreendedor); e Alocar a mão-de-obra em operações que perdurem por um período maior de tempo (Empreendedor).

b) Impactos Negativos e Respectivas Medidas Mitigadoras e Agentes Responsáveis por sua Execução

- Depreciação da qualidade do ar, causada pela emissão de gases poluentes, provindos da combustão no motor de maquinarias utilizadas em diferentes operações. Medidas: Desenvolver e utilizar equipamentos e combustíveis com menor potencial poluidor (Órgão de Pesquisa, Setor Empresarial e Empreendedor); e Implantar um sistema eficiente de manutenção das maquinarias (Empreendedor).

- Estresse da fauna silvestre, ocasionado pela geração de ruídos advindos do trânsito de maquinarias. Medidas: Efetuar, periodicamente, revisão mecânica das máquinas equipamentos, visando minimizar a geração de ruídos (Empreendedor); e Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, minimizando a geração de ruídos (Empreendedor).

- Estresse da fauna silvestre, ocasionado pela geração de ruídos advindos do aumento de presença humana no local. Medida: Disciplinar a entrada e a movimentação de pessoas na área (Empreendedor).

- Depreciação da qualidade de vida dos trabalhadores e de vizinhos situados no entorno do empreendimento, devido aos ruídos causados pelas máquinas nas diferentes operações de desativação do empreendimento. Medidas: Aprimorar o treinamento dos operários na execução das tarefas, minimizando a geração de ruídos (Empreendedor); Utilizar abafador de ruído nas máquinas e protetores auriculares por parte dos trabalhadores (Empreendedor); e Utilizar barreiras sonoras com espécies vegetais (Empreendedor).

- Diminuição da oferta de areia, em virtude da desativação do empreendimento, repercutindo negativamente na sociedade. Medida: Viabilizar a retirada de areia em outras áreas (Empreendedor).

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados alcançados, extraíram-se as seguintes conclusões:

- A extração de areia em cursos d'água resulta em impactos ambientais negativos e positivos, confirmando-se a primeira hipótese do presente trabalho.

- A maior parte desses impactos ambientais é negativa, conforme se comprovou com o uso de dois métodos de avaliação: matriz de interação e “checklist”.

- O empreendimento em questão tem grande importância social, pois ademais gera emprego e renda, além de disponibilizar um produto – a areia – de largo uso na construção civil.

- Com base na literatura especializada, foi possível identificar e descrever as causas dos impactos ambientais do citado empreendimento – as atividades impactantes -, segundo suas três fases: implantação (6), operação (6) e desativação (2).

- Com base nos dois métodos de avaliação adotados, foi possível identificar e caracterizar qualitativamente os impactos ambientais do citado empreendimento, confirmando-se a segunda hipótese do presente trabalho.

- O método do “checklist” mostrou-se complementar ao da matriz de interação.

- Os impactos ambientais negativos e positivos são passíveis de mitigação e potencialização de seus efeitos, respectivamente.

- Quando se consideram as três matrizes de interação – implantação, operação e desativação - há o preenchimento de cerca da metade de sua capacidade total, em concordância com trabalhos similares metodologicamente.

- Os resultados alcançados demonstram que o presente estudo pode ser utilizado como referencial didático para nortear o processo de licenciamento ambiental do empreendimento em questão, bem como subsidiar pesquisas quantitativas relativas ao mesmo;

- A maioria das medidas mitigadoras e potencializadoras delineadas é de caráter preventivo, devendo ser executada pelo próprio empreendedor, sinalizando para a necessidade de se instituir o processo de avaliação de impactos ambientais na sua rotina técnico-administrativa;

- Com um maior número de impactos ambientais negativos identificados, a maior parte dessas medidas é de ordem mitigatória.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, P. R. R. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais decorrentes de empreendimentos hidroelétricos**. Viçosa: UFV, 2000. 117 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

BAUERMEISTER, K. H.; MACEDO, A. B. Quadro da recuperação de áreas mineradas na Região Leste de São Paulo. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO, 1; SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p. 225-235.

BRANDT, W. Avaliação de cenários em planos de fechamento de minas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV/DPS/Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 131-134.

BRITO, E. R. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais decorrentes do empreendimento denominado “praias fluviais” no Estado de Tocantins**. Viçosa: UFV, 2001. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

BRUSCHI, D. M.; PEIXOTO, M. C. D. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**: Volume IV. Belo Horizonte: FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais, 1996. 92 p.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 266 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Extração de areia**. Brasília, 17 de out., 2002. [<http://www.dnpm.gov.br/>].

- FREIRE, W. **Comentário ao código de mineração**. Rio de Janeiro: AIDE, 1995. 45 p.
- GRIFFITH, J. J.; DIAS, L. E.; MARCO JÚNIOR, P. A recuperação ambiental. **Ação Ambiental**, v. 2, n. 10, p. 8-11, 2000.
- GRIFFITH, J. J. **Recuperação conservacionista da superfície de áreas mineradas: uma revisão de literatura**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais/UFV, 1980. 106 p. (Boletim Técnico, 79).
- GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, P. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 1999. 340 p.
- LUDKE, R. L. **Impactos ambientais da exploração florestal, em regime de manejo sustentável, praticada na várzea e na terra-firme, Estado do Amazonas – Brasil**. Viçosa: UFV, 2000. 186 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de impacto ambiental**. Rio de Janeiro: FEEMA, 1985. 34 p.
- NASCIMENTO, A. R. **Recuperação ambiental de áreas mineradas: ocorrência de planejamento a longo prazo**. Viçosa: UFV, 2001. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- NAVA, N. Geologia e características tecnológicas das areias industriais do Estado de São Paulo. In: WORKSHOP RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO, 1, 1994, São Paulo. **Boletim de Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo São Paulo, 1994. p. 51-53.
- POPP, J. H. Mineração e proteção ambiental: o único caminho possível. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/FUPEF, 1992. p. 467-470.
- SILVA, E. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil**. Viçosa: UFV, 1994. 309 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- SILVA, E. **Técnicas de avaliação de impactos ambientais**. Viçosa: CPT, 1999. 64 p. (Videocurso, 199).
- SOUZA, M. R. M. **Conflito e consenso na implementação e avaliação de impactos ambientais (AIA): o setor de mineração do Estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1997. 149 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

SOUZA, P. A. **Comportamento de 12 espécies arbóreas em recuperação de áreas degradadas pela extração de areia.** Lavras: UFLA, 2000. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, 2000.

VALVERDE, F. M.; SINTONI, A. Perfil da mineração de matérias-primas para construção civil no Estado de São Paulo. In: WORKSHOP RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO, 1, 1994, São Paulo. **Boletim de Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo São Paulo, 1994. p. 31-34.