

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação de Engenharia Sanitária e Ambiental**

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA ATIVIDADE DE  
MINERAÇÃO DE AREIA EM LEITO DE RIO POR MEIO DE  
DRAGA FLUTUANTE – ESTUDO DE CASO DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ-AÇU (SC)**

**Ricardo Domingos Brotto**

**FLORIANÓPOLIS (SC),  
NOVEMBRO/2007**

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação de Engenharia Sanitária e Ambiental**

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA ATIVIDADE DE  
MINERAÇÃO DE AREIA EM LEITO DE RIO POR MEIO DE  
DRAGA FLUTUANTE – ESTUDO DE CASO DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ-AÇU (SC)**

**Ricardo Domingos Brotto**

Trabalho apresentado à Universidade  
Federal de Santa Catarina para Conclusão  
do Curso de Engenharia Sanitária e  
Ambiental

Orientadora

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto

Co-orientador

Oceanógrafo João Antônio P. R. Teixeira dos Santos

**FLORIANÓPOLIS (SC),  
NOVEMBRO/2007**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE  
AREIA EM LEITO DE RIO POR MEIO DE DRAGA FLUTUANTE –  
ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ-AÇU  
(SC)**

**RICARDO DOMINGOS BROTTTO**

**Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos  
para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e  
Ambiental**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cátia Regina Silva  
de Carvalho Pinto  
(Orientadora)**

---

**Oceanógrafo João Antônio P.  
R. Teixeira dos Santos  
(Co-Orientador)**

---

**Eng.<sup>a</sup> Sanitarista Vanessa  
Guimarães Machado, Msc  
(Membro da Banca)**

**FLORIANÓPOLIS (SC),  
NOVEMBRO/2007**

## **RESUMO**

O presente estudo apresenta a avaliação ambiental realizado em dezoito empresas que atuam no ramo de extração mineral (areia) em leito de rio, as quais são filiadas ao Sindicato da Indústria de Extração de Areia do Estado de Santa Catarina – SIEASC, e que exercem suas atividades no rio Itajaí-Açu. Esta atividade abrange um território que pertence a cinco municípios (Blumenau, Gaspar, Ilhota, Itajaí e Navegantes). A área de estudo possui tradição na exploração de areia, atividade possibilitada devido às reservas minerais encontradas na região, bem como a dinâmica do corpo hídrico principal (Rio Itajaí-Açu) e seus afluentes. Neste contexto, foram realizados levantamentos dos impactos ambientais da atividade, abrangendo as Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII), classificando-os como impactos negativos e positivos. De posse destas informações, esses impactos foram classificados e inseridos em uma matriz de interações, com seus respectivos graus de significâncias. Também foram apresentadas medidas mitigadoras e compensatórias, além da elaboração de um protocolo de adequações ambientais cabíveis para a atividade na região. Alguns problemas foram encontrados, especialmente aqueles associados à falta de controle em determinados aspectos operacionais e de segurança do trabalhador.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Diagnóstico Ambiental, Extração Mineral, Areia

## **ABSTRACT**

The present study shows the environmental assesment realized in eighteen areas of sand mining, united by the Union of the Industry of Sand Extration of the State of Santa Catarina - SIEASC along the River Itajaí-Açu. This activity encloses a territory that belongs the five cities (Blumenau, Caspar, Ilhota, Itajaí and Navegantes). The studied region is traditional in the exploration of the referred mineral goods, activity that is favored by the considerable mining reserves found there, as well as the dynamics of main river (Itajaí-Açu River) and these tributaries. In this context, environmental impacts surveys were done at the enterprise areas (AID) and surroundings (AII), being distinguished several negative and positive impacts. Of ownership of these information, these impacts were classified and inserted in a matrix of interactions, with its respective degrees of significance. It is also presented the control and compensatory measures as well as environmental monitoring actions. Some problems were found specially those associated to the absence of control in certain operational aspects and work safety.

### **KEYWORDS:**

Environmental Diagnostic; Mining Extraction; Sand.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	4
PALAVRAS-CHAVE: .....	4
ABSTRACT .....	4
KEYWORDS: .....	4
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	7
LISTA DE TABELAS .....	9
LISTA DE SIGLAS .....	10
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....	11
2. HIPÓTESE .....	11
3. OBJETIVO GERAL.....	11
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	13
5.1. SEDIMENTOLOGIA FLUVIAL.....	13
5.2. MÉTODO DE EXTRAÇÃO E BENEFICIAMENTO DA AREIA.....	14
5.3. CARACTERIZAÇÃO ECONÔMICA DA MINERAÇÃO DE AREIA.....	16
5.4. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	17
5.5. CLIMA DA REGIÃO DE ESTUDO.....	22
5.6. SÓCIO-ECONOMIA DA REGIÃO DE ESTUDO.....	23
5.7. PRODUÇÃO INTERNA E CONSUMO DE AGREGADO.....	24
5.8. PEDOLOGIA DA REGIÃO DE ESTUDO.....	25
5.9. CARACTERIZAÇÃO VEGETACIONAL DA REGIÃO DE ESTUDO .....	26
5.9.1. VEGETAÇÃO LITORÂNEA (PIONEIRA) .....	27
5.9.2. MATA PLUVIAL DA ENCOSTA ATLÂNTICA.....	27
5.9.3. VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA NO VALE DO ITAJAÍ.....	27
5.9.4. PASTAGENS ARTIFICIAIS E ASPECTOS DA POLICULTURA .....	28
5.10. CARACTERIZAÇÃO FAUNÍSTICA DA REGIÃO DE ESTUDO.....	28
5.10.1. ICTIOFAUNA.....	28
5.10.2. MASTOFAUNA, AVIFAUNA E HEPERTOFAUNA .....	29
5.11. LICENCIAMENTO AMBIENTAL.....	31
6. METODOLOGIA.....	34
7. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....	35
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36

8.1. IMPACTOS AMBIENTAIS.....	36
8.1.1. Metodologia Adotada.....	36
8.1.2. Principais Impactos Detectados na Fase de Operação e Medidas Mitigadoras de Impactos Negativos e de Potencialização de Impactos Positivos.....	40
8.1.3. Medidas Compensatórias .....	50
9. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO .....	51
9.1. INTRODUÇÃO.....	51
9.2. ACOMPANHAMENTO DA SITUAÇÃO AMBIENTAL DA ATIVIDADE MINERÁRIA .....	52
10. CONCLUSÃO e CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	59
11. REFERÊNCIAS .....	62

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 5-1. Embarcações utilizadas no processo de extração de areia do leito do rio Itajaí-açú .....	14
Figura 5-2. Local de atracação de embarcações e funcionário de empresa mineradora realizando a descarga de uma embarcação. ....	15
Figura 5-3. Bacia de decantação e caixa de contenção de finos utilizados em empresas distintas. ....	15
Figura 5-4. Distribuição percentual de extração de minerais utilizados na construção civil no território nacional. ....	16
Figura 5-5. Localização da bacia hidrográfica do rio Itajaí em Santa Catarina, com a divisão das sete sub-bacias .....	18
Figura 5-6. Imagem de satélite do município de Rio do Sul, na região onde ocorre a confluência dos rios Itajaí do Oeste e Itajaí o Sul, formando o rio Itajaí-Açu (à esquerda) e localidade de Salto Pilão, no rio Itajaí-Açu, dentro do território do município de Lontras (à direita).....	19
Figura 5-7. Salto Weissbach, limite inferior do médio Itajaí-Açu, município de Blumenau (à esquerda) e confluência dos rios Itajaí-Açu e Itajaí do Norte (Hercílio), no município de Ibirama (à direita). ....	19
Figura 5-8. Imagem de satélite do estuário do rio Itajaí-Açu, destacando aposição da foz do rio Itajaí-Mirim em relação ao oceano (à esquerda) e imagem de satélite do município de Ilhota, destacando a área da desembocadura do rio Luiz Alves no Itajaí-Açu (à direita). ....	20
Figura 5-9. Descarga fluvial mensal média calculada com dados diários de 1934 até 1997 (linha cheia) com o respectivo desvio padrão (linha tracejada).....	21
Figura 5-10. Evolução temporal das descargas médias anuais e mensais.....	22
Figura 5-11. Bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina. ....	25
Figura 7-1. Localização das áreas de influência do trabalho proposto. ....	36
Figura 8-1. Resíduos de combustíveis derramados no corpo hídrico, provavelmente em atividade relacionada ao abastecimento da embarcação. ....	40
Figura 8-2. Sedimentos finos retornando ao corpo hídrico devido a ausência de estrutura de contenção de sedimentos finos eficaz na bacia de decantação das empresas.....	41
Figura 8-3. Exemplos de situações que proporcionam condições de Poluição ‘Acidental’ .....	42
Figura 8-4. Erosão ocorrida na margem em áreas de retroporto devido a ausência de estrutura de proteção das margens no local.....	43
Figura 8-5. Erosão ocorrida na margem em áreas de retorno das águas provenientes das bacias de decantação. ....	43
Figura 8-6. Recobrimento da mata ciliar, localizada em ÁPP .....	45

Figura 8-7. A deposição de resíduos sólidos de forma inapropriada proporciona ambientes favoráveis à proliferação de vetores .....	48
Figura 8-8. Situações de riscos observadas durante o processo de descarregamento da balsa. ....	49
Figura 9-1. Processos de desbarrancamento das margens na divisa dos municípios de Blumenau/Gaspar, iniciados em 1986 após a retificação do rio pelo extinto DNOS. ....	52
Figura 9-2. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade. ....	53
Figura 9-3. Placas de identificação instaladas em empresas mineradoras filiadas ao SIEASC.....	53
Figura 9-4. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade. ....	54
Figura 9-5. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade. ....	54
Figura 9-6. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade. ....	55
Figura 9-7. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade. ....	56
Figura 9-8. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade. ....	57
Figura 9-9. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade. ....	57
Figura 9-10. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade. ....	58
Figura 9-11. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade. ....	59

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 5-1. Descarga fluvial média mensal do Rio Itajaí-Açu para a estação fluviométrica de Indaial, com respectivo desvio padrão e razão desvio padrão:média. Série histórica de 1934 e 1997..... 21

Tabela 8-1. Matriz simplificada de Correlação de Impactos Ambientais para a extração de areia no leito do rio Itajaí-Açu..... 39

## **LISTA DE SIGLAS**

APP: Área de Preservação Permanente

ART: Anotação de Responsabilidade Técnica

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

DEOH: Departamento de Edificações e Obras Hidráulicas

DNOS: Departamento Nacional de Obras e Saneamento

DNPM: Departamento Nacional de Produção Mineral

FAEMA: Fundação do Meio Ambiente de Blumenau

FATMA: Fundação do Meio Ambiente

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IPA-FURB: Instituto de Pesquisas Ambientais da Universidade Regional de Blumenau

LAI: Licença Ambiental de Instalação

LAO: Licença Ambiental de Operação

LAP: Licença Ambiental Prévia

LI: Licença de Instalação

LO: Licença de Operação

LP: Licença Prévia

PCA: Plano de Controle Ambiental

PRAD: Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

SARITA Sociedade Amigos do Rio Itajaí

SIEASC: Sindicato da Indústria de Extração de Areia do Estado de Santa Catarina

TAC: Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta

UNIVALI: Universidade do Vale do Itajaí

## **1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA**

É fato que, devido o crescimento populacional e o aumento de sua densidade em áreas urbanas, é necessária a utilização de milhares de toneladas/ano de agregados em construções públicas e privadas. Dessa forma, a mineração de agregados utilizados na construção civil em geral (areia, brita, argilas e saibros) tornou-se necessária, elevando a atividade a ser considerada como de interesse social, segundo classificação encontrada na Resolução CONAMA nº 369/07.

Sabe-se, também que é possível compatibilizar essa atividade extremamente impactante à preservação do meio ambiente, desde que se parta da premissa que ambos são indispensáveis à sobrevivência da humanidade. Para tal, devem ser instituídas restrições legais para a atividade, e principalmente, fazer-se valer dessa legislação, a fim de promover uma atividade ambientalmente sustentável.

O presente estudo apresenta uma avaliação ambiental da atividade de mineração de areia realizada no rio Itajaí-Açu, que conta com dezoito áreas de mineração em atividade, destinadas ao mercado da construção civil e na fabricação de produtos cerâmicos, abrangendo os municípios de Blumenau, Gaspar Ilhota Itajaí e Navegantes.

Como atividade de interesse social e econômico, a mineração de areia é considerada uma atividade lícita, desde que obedecidos os parâmetros legais e essenciais a preservação ambiental, além de ao desenvolvimento econômico e social, por ser o alicerce principalmente da construção civil.

O trabalho justifica-se pela necessidade de se traçar um panorama geral da situação ambiental da bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu, a jusante do município de Blumenau. Por não possuir legislação específica para a região de estudo, considera-se que as informações contidas neste trabalho possam, de alguma forma, contribuir para com a elaboração de um protocolo de adequações ambientais a ser apresentado ao órgão ambiental.

## **2. HIPÓTESE**

Devido à necessidade da utilização em larga escala deste agregado na indústria da construção civil, evidencia-se a importância sócio-econômica da atividade de mineração de areia, material aplicado em diversas atividades de suma importância para a população.

Entretanto, apesar de apresentar impactos ambientais e sócio-econômicos positivos, a atividade de mineração provoca impactos ambientais negativos que devem ser controlados e mitigados para assegurar a sustentabilidade da atividade.

## **3. OBJETIVO GERAL**

O Objetivo Geral deste trabalho é apresentar um panorama da atividade de extração de areia no rio Itajaí-Açu, caracterizando suas Áreas de Influência Direta e Indireta descrevendo, classificando e avaliando os impactos ambientais referentes à atividade mineral na bacia hidrográfica do rio supracitado.

#### **4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Como objetivos específicos, são citados os seguintes:

- a) Apresentar a atividade de extração de areia ao longo da Bacia do Rio Itajaí-Açu;
- b) Caracterizar, através de uma avaliação ambiental, as áreas de influência, retratando os aspectos físicos, bióticos e sócio-econômicos atuais;
- c) Verificar a situação da atividade perante a legislação ambiental e mineral, através de análise da mesma; e
- d) Avaliar os planos e medidas de mitigação e/ou compensação de impactos negativos e medidas de potencialização de impactos positivos gerados pela mineração.

## 5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 5.1. SEDIMENTOLOGIA FLUVIAL

Segundo CARVALHO (1994), os processos responsáveis pela sedimentação são muito complexos, abrangendo erosão, deslocamento das partículas por enxurradas ou outros meios até os rios, transporte do sedimento nos cursos d'água, deposição do sedimento na calha dos rios e sua compactação. Todos esses fenômenos que envolvem o sedimento são processos naturais que sempre ocorreram no decorrer dos tempos geológicos, sendo responsáveis pela forma atual da superfície da Terra.

Entende-se por erosão a separação e remoção da partícula da rocha e do solo pela ação da água, do vento ou por outro efeito físico, sendo que diversos fenômenos têm ação preponderante nesse processo. O sedimento fluvial é um termo que significa uma quantidade de partículas minerais transportadas ou depositadas pela ação do escoamento das águas (CARVALHO, *op. cit.*).

A quantidade total de material erodido que consegue completar o percurso, desde a origem até o ponto de controle, ou de medição, tal como um reservatório ou uma posição do curso d'água, como um posto fluviométrico, é conhecida como contribuição ou produção de sedimento ou rendimento sólido. Vale ressaltar que essa produção de sedimento, quando considerada para jusante do ponto de medição, é denominada de transferência ou remoção de sedimentos.

Picos de vazão, relacionados a altas descargas fluviais, podem ser considerados responsáveis por uma parcela da erosão ocorrida em trechos específicos do rio Itajaí. Esta afirmação é baseada em estudo de batimetria realizado em determinada área, localizada a montante do município de Blumenau (CARUSO JR, 2002a), o qual verificou variações de profundidade que variaram de 1,2m a 5,0m. Entretanto, não foi descartada a hipótese de que esses trechos tenham sofrido um assoreamento generalizado.

Devido a dinâmica do corpo hídrico pode-se considerar que o aporte sedimentar é significativo, potencializando processos de assoreamento do rio. Esses processos estão relacionados com a problemática das cheias do Vale, que geram diversos problemas sociais e ambientais para os núcleos urbanos localizados na região.

Uma estimativa baseada em dados da estação sedimentológica da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) localizada no município de Indaial, relacionada com a vazão média do rio, aponta uma concentração pontual média de 92,94 ppm (CARUSO JR, *op. cit.*)

Projetando este valor em função da descarga líquida (vazão), pode-se estimar a descarga sólida (de sedimentos) em 26.126,62 cm<sup>3</sup>/s, o que representa um volume total anual médio de 823.929,05 m<sup>3</sup>. Esses dados representam o volume de sedimento em suspensão no fluido em escoamento (cerca de 90% do material que aporta na bacia). O material transportado por arraste ou saltação, não foram incluídos.

## 5.2. MÉTODO DE EXTRAÇÃO E BENEFICIAMENTO DA AREIA

Na área objeto deste trabalho, predomina o método de extração de areia por meio de balsas (dragas) que retiram a areia do fundo do rio Itajaí-Açu pelo processo de sucção (Figura 5-1). Para isso, são equipadas com aspiradores hidráulicos, os quais transferem o material do leito do rio para um compartimento no seu interior.

Ao atingir sua carga máxima, a balsa desloca-se até os denominados portos de areia ou leito de secagem, os quais devem estar localizados fora da área denominada Área de Preservação Permanente (APP), que, conforme acordado com os mineradores é 30 m do leito do rio.

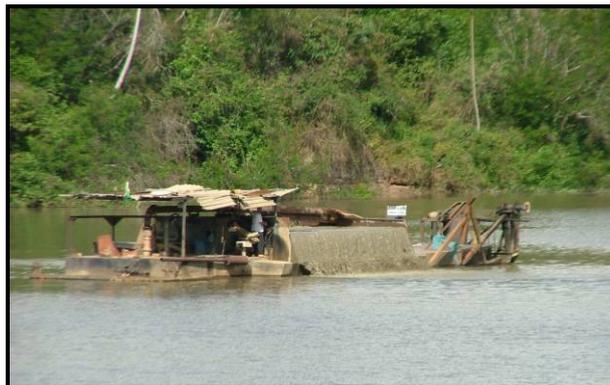


Figura 5-1. Embarcações utilizadas no processo de extração de areia do leito do rio Itajaí-açu.

Atracadas nos portos de areia, inicia-se o processo de descarregamento das embarcações. Este processo utiliza jatos d'água pressurizados com o intuito de descompactar a areia contida no reservatório, que é bombeada por meio da tubulação (de recalque), para as chamadas bacias de decantação das empresas. Esta tubulação é dotada de conexões fixas parafusadas e flexíveis, com mangotes de borracha instalados principalmente nas curvas de saída de bombas de sucção e nas subidas dos taludes e margens (Figura 5-2).

Bacias de decantação são áreas destinadas para a secagem higroscópica do material minerado. Estas estruturas devem ser equipadas com caixas ou bacias de contenção de finos, as quais tem como função reter o retorno da água drenada e das partículas finas dissolvidas diretamente ao corpo hídrico (Figura 5-3). Estas devem proporcionar um tempo de detenção hidráulica suficiente para a decantação das partículas finas, a fim de impedir o retorno destas partículas ao corpo hídrico. Esse retorno pontual de sedimentos é um dos responsáveis pelo processo de assoreamento do rio.



**Figura 5-2. Local de atracação de embarcações e funcionário de empresa mineradora realizando a descarga de uma embarcação.**



**Figura 5-3. Bacia de decantação e caixa de contenção de finos utilizados em empresas distintas.**

Por meio de um TAC, celebrado entre o Ministério Público Federal, o Ministério Público Estadual, a FATMA, o IBAMA, a Polícia Ambiental de Blumenau-SC, o DNPM, o DEOH, o 6º Pelotão de Polícia Ambiental de Santa Catarina, a Delegacia da Capitania dos Portos de Itajaí, os municípios de Blumenau, Gaspar, Ilhota, Itajaí e Navegantes, o IPA-FURB, a UNIVALI, as empresas de Mineração de Areia que atuam na Bacia do Rio Itajaí-Açu, representadas por seu sindicato de classe, o SIEASC, a Associação de Moradores Bairro Bela Vista, de Blumenau, a Associação dos Moradores da Rua Luiz Franzói, de Gaspar, a Associação dos Moradores da Rua Pedro Simon, de Gaspar, a FAEMA, de Blumenau, a SARITA, assinado em 22 de junho de 2001, foram acordadas distâncias a serem mantidas dos taludes das margens, bem como as profundidades adequadas para a extração de areia, evitando, assim, a formação de processos erosivos que possam causar o seu desbarrancamento.

Salienta-se que a areia extraída do leito do rio não sofre qualquer tipo de beneficiamento, com exceção de sua classificação granulométrica. Os resíduos retidos nas peneiras, tais como argilas, folhas, raízes e outros fragmentos vegetais (ciscos), são recolhidos e posteriormente destinados (venda ou doação).

Atualmente, a demanda de matéria-prima qualificada vem crescendo, impulsionada pela indústria da construção civil, notadamente os fabricantes de argamassas, além das concreteiras e pré-fabricados de cimento. Esse mercado

consumidor é responsável pelo início de uma etapa de qualificação dos fornecedores de areia, principalmente motivados pela economia de 10% a 15% de cimento nas misturas devido à utilização de matéria prima corretamente classificada.

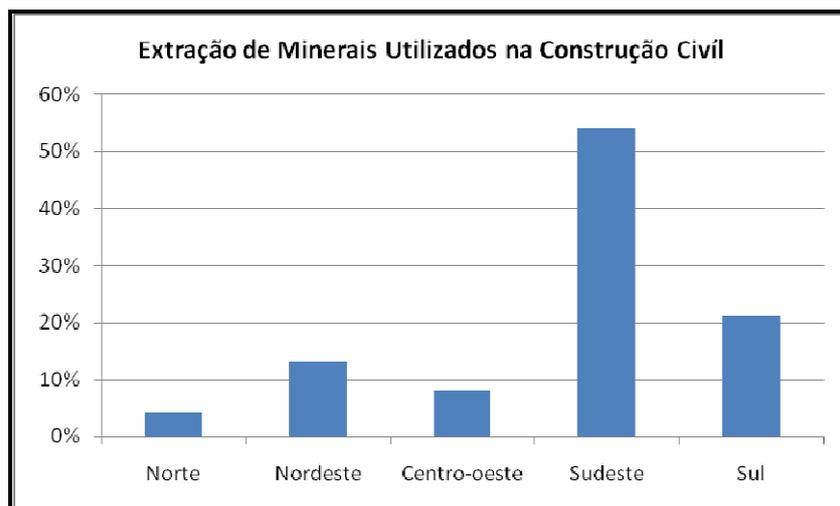
### 5.3. CARACTERIZAÇÃO ECONÔMICA DA MINERAÇÃO DE AREIA

No território nacional, há uma expressiva oferta de agregados para a indústria da construção civil. Os grandes centros consumidores estão localizados próximos a regiões com características geológicas favoráveis a existência de reservas e de boa qualidade de material.

Neste contexto, a atividade mineraria é considerada um dos setores básicos da economia brasileira. No ano de 2000, foi responsável por 8,5% do Produto Interno Bruto (PIB), equivalente a 50,5 bilhões de dólares. A geração de empregos neste ano alcançou índices de 500.000 empregos diretos e um saldo na balança comercial de US\$ 7,7 bilhões de dólares, além de apresentar um crescimento médio anual de 8,2% no período 1995/2000 (WAGNER, 2002).

O Brasil produz cerca de 70 substâncias, sendo 21 do grupo de minerais metálicos, 45 dos não-metálicos e quatro dos energéticos. Dentre as substâncias minerais produzidas, algumas revelaram crescimento mais significativo na produção física em 2000, a exemplo de agregados para construção civil (10,9%), barita (19,7%), berílio (23,8%), caulim (14,4%), crisotila (11,1%), cromo (33,3%), diamante (11,1%), fluorita (91,0%), gás natural (12,4%), grafita (33,1%), manganês (32,4%), mica (33,3%), petróleo (9,8%), quartzo (cristal) (148,4%), rochas ornamentais (15,4%), ilmenita (28,1%) e zircônio (9,7%) (DNPM, 2006).

A extração de minerais utilizados na construção civil está distribuída regionalmente no país, sendo 4% no norte, 8% no centro-oeste, 13% no nordeste, 21% no sul e 54% no sudeste (BARRETO, 2001) (Figura 5-4).



**Figura 5-4. Distribuição percentual de extração de minerais utilizados na construção civil no território nacional.**

FONTE: Adaptado de DNPM (2006)

As principais fontes de produção de areia são várzeas e leitos de rios, depósitos lacustres, mantos de decomposição de rochas, arenitos e pegmatitos decompostos (DNPM, 2001). Os leitos de rios são responsáveis pelo fornecimento de cerca de 90% da demanda nacional, sendo as outras fontes citadas responsáveis pela produção de 10% desta demanda.

Em 1992, estimou-se que existiam 16.528 pequenas empresas, com produção mineral da ordem de 1,98 bilhões de dólares, em geral atuando em regiões metropolitanas para uso na construção civil (BARRETO, 2001).

Segundo CARUSO JR, 2002a (*apud*. DNPM 2001), o Brasil possui cerca de 2000 empresas que exercem atividades no ramo de extração de areia, embora a estimativa destes dados seja imprecisa, uma vez que muitas empresas trabalham na informalidade, prejudicando a análise estatística

A maioria destas empresas é de pequeno porte, ou familiares, gerando cerca de 45000 empregos diretos. A produção não passa de 6000 m<sup>3</sup>/mês em cerca de 60 % delas. Aproximadamente 35% das empresas apresentam uma produção que varia entre 6000 e 15000 m<sup>3</sup>/mês e apenas 5% produzem mais que 15000 m<sup>3</sup>/mês.

A areia possui características de baixo valor agregado, aliado a grandes volumes de produção. Devido a essas características de mercado, o transporte chega a corresponder a 2/3 do valor final do produto. Diante desta situação, há a necessidade de aliar a produção o mais próximo possível do mercado consumidor.

Porém, devido às restrições ambientais com respeito da utilização de várzeas e leitos de rios, bem como a ocupação urbana do entorno, novas áreas de extração vem sendo instaladas cada vez mais longe dos pontos de consumo, o que interfere diretamente no preço do produto.

Considerando a área de estudo, as empresas de extração de areia estão localizadas, na sua maioria, em área predominantemente rural, com exceção de poucas empresas localizadas no perímetro urbano de Blumenau.

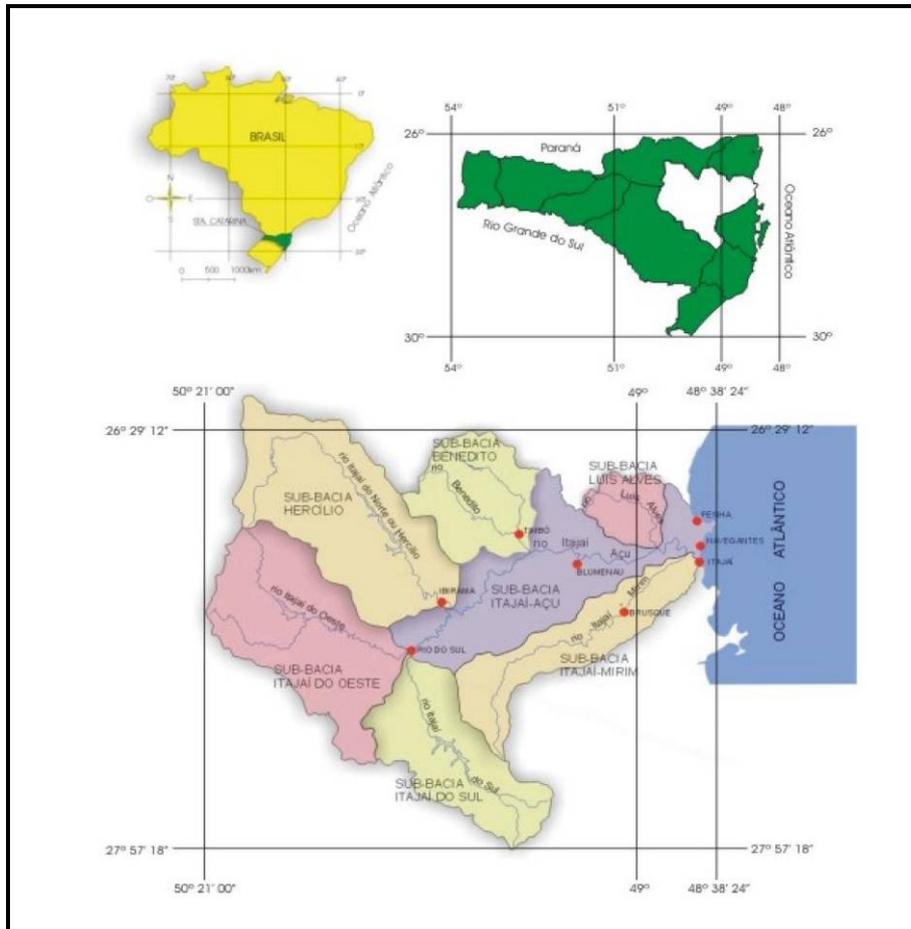
#### **5.4. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A bacia hidrográfica do rio Itajaí está situada na região leste catarinense, ocupando parte do planalto e do litoral do estado (Figura 5-5). Seu principal rio é o Itajaí-Açu e seus principais afluentes, na região do Baixo Vale, são os rios Itajaí-Mirim, do Testo, Ribeirão Garcia, Benedito e Belchior.

Dos cerca de 35 km em que atravessa a área estudada, as águas do rio Itajaí-Açu são turvas, com pH de cerca de 6,3, com características de elevada caudaliosidade e fluxo relativamente lento. De acordo com MATTHEWS (1998), sua classificação poderia ser definida como acima de 5ª ordem, segundo o sistema de Horton-Strahler.

Apresenta área de drenagem de 15.000 km<sup>2</sup>, densidade de drenagem de 1,61 km/km<sup>2</sup> e vazão média de longo período de 205 m<sup>3</sup>/s (SDM, 1997). Sete sub-bacias hidrográficas integram a bacia do rio Itajaí (Figura 5-5): Sub-bacia Itajaí do Norte (ou Hercílio) (3.315 km<sup>2</sup>), Sub-bacia Benedito (1.398 km<sup>2</sup>), Sub-bacia Luiz Alves

(583 km<sup>2</sup>), Sub-bacia Itajaí-Açu (2.794 km<sup>2</sup>), Sub-bacia Itajaí-Mirim (1.673 km<sup>2</sup>), Sub-bacia Itajaí do Sul (2.309 km<sup>2</sup>), Sub-bacia Itajaí do Oeste (2.928 km<sup>2</sup>).



**Figura 5-5. Localização da bacia hidrográfica do rio Itajaí em Santa Catarina, com a divisão das sete sub-bacias.**

FONTE: Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí

Das sete sub-bacias hidrográficas, a Itajaí-Açu é a mais expressiva devido a sua extensão e importância sócio-econômica. Desde o município de Rio do Sul até sua foz no oceano, o rio Itajaí-Açu percorre cerca de 200 km. Seu curso pode ser dividido em três partes, de acordo com características físicas do corpo hídrico:

*Alto Itajaí-Açu* – Inicia na confluência das sub-bacias do Itajaí do Sul e do Itajaí do Oeste (Figura 5-6), no município de Rio do Sul, e vai até Salto Pilão (Figura 5-6), no município de Lontras. Neste trecho, de 26 km de extensão, o Itajaí-Açu apresenta curso sinuoso e baixa declividade.



**Figura 5-6.** Imagem de satélite do município de Rio do Sul, na região onde ocorre a confluência dos rios Itajaí do Oeste e Itajaí o Sul, formando o rio Itajaí-Açu (à esquerda) e localidade de Salto Pilão, no rio Itajaí-Açu, dentro do território do município de Lontras (à direita).  
 FONTE: GOOGLE (2007)

*Médio Itajaí-Açu* – Apresenta 83 km de extensão e fica compreendido entre Salto Pilão e o Salto Weissbach (Figura 5-7), em Blumenau. Cerca de 12 km a jusante de Salto Pilão, o Itajaí-Açu recebe o aporte da sub-bacia do Itajaí do Norte (Figura 5-7), no município de Ibirama. Até este ponto, o rio apresenta alta declividade e curso bastante sinuoso.



**Figura 5-7.** Salto Weissbach, limite inferior do médio Itajaí-Açu, município de Blumenau (à esquerda) e confluência dos rios Itajaí-Açu e Itajaí do Norte (Hercílio), no município de Ibirama (à direita).  
 FONTE: GOOGLE (2007)

*Baixo Itajaí-Açu* – Com aproximadamente 80 km de extensão, está situado entre o Salto Weissbach e o oceano Atlântico. Este percurso é menos sinuoso e apresenta uma expressiva redução na declividade.

Na margem esquerda da bacia do Itajaí, os principais afluentes são os rios Itajaí do Norte, Benedito, Cedro, Testo e Luiz Alves, ao passo que na margem direita são os rios Neisse, Warnow, Garcia, Engano e Itajaí-Mirim (SDM, 1997). Dentre estes rios, destacam-se o Itajaí do Norte, com nascente no município de Papanduva (na

confluência entre a Serra do Espigão e a Serra do Rancho Grande) e o Itajaí-Mirim, cuja nascente fica na Serra dos Faxinais, no município de Leoberto Leal. .

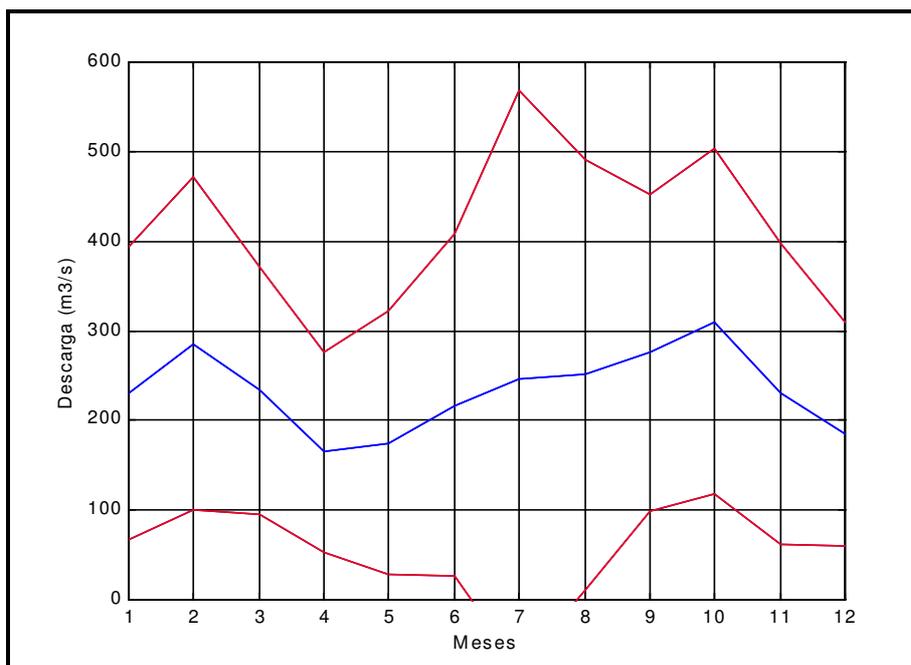
O rio Itajaí-Açu é o responsável por aproximadamente 90% do aporte fluvial no estuário, enquanto que os 10% restantes são atribuídos ao rio Itajaí-Mirim (Figura 5-8), que desemboca na bacia estuarina a 9 km da barra, e a outros tributários menores como o rio Luiz Alves (Figura 5-8) (SCHETTINI, 2002). O Itajaí-Mirim, que desemboca no rio Itajaí-Açu a aproximadamente 7 km da barra, forma junto com o rio Canhanduba e o ribeirão Mineral o manancial abastecedor usado pelo Serviço Municipal de Água, Saneamento Básico e Infra-Estrutura – SEMASA para o fornecimento de água tratada a população de Itajaí.



**Figura 5-8. Imagem de satélite do estuário do rio Itajaí-Açu, destacando a posição da foz do rio Itajaí-Mirim em relação ao oceano (à esquerda) e imagem de satélite do município de Ilhota, destacando a área da desembocadura do rio Luiz Alves no Itajaí-Açu (à direita).**

FONTE: GOOGLE (2007)

A análise dos dados de descarga líquida diária coletados entre 1934 e 1997 pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL na estação limnométrica de Indaial – que fica 90 km à montante da barra e é a mais próxima da desembocadura sem sofrer a influência da maré – mostra que o regime hidrológico do rio Itajaí-Açu é bastante variável ao longo do tempo (Figura 5-9).



**Figura 5-9.** Descarga fluvial mensal média calculada com dados diários de 1934 até 1997 (linha cheia) com o respectivo desvio padrão (linha tracejada).

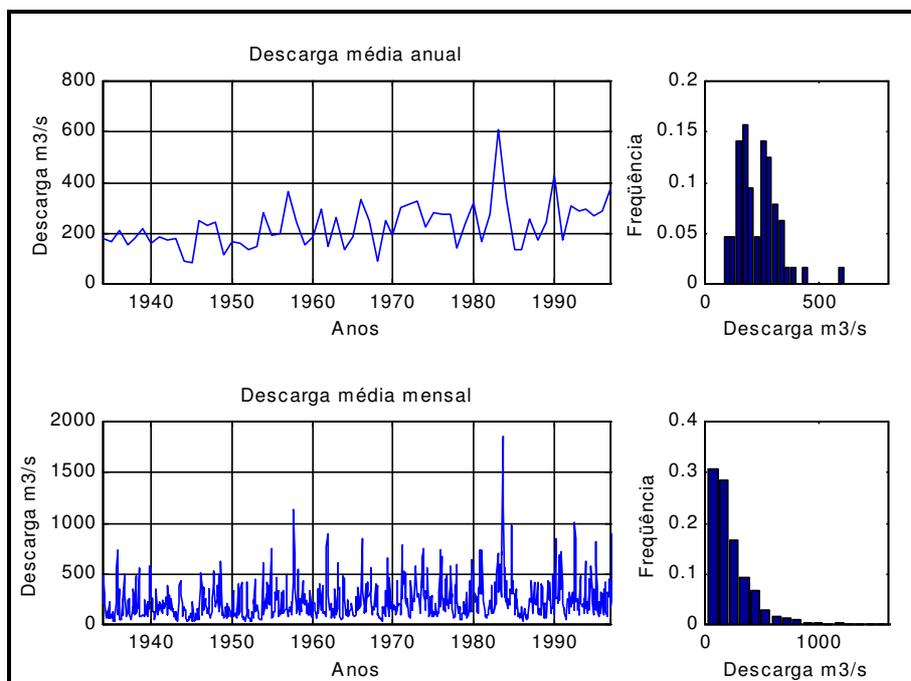
FONTE: ANEEL

A descarga média é de  $228 \pm 282 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , com uma mínima de  $17 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  e uma máxima de  $5.390 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , registrada durante a grande enchente de 1984, que foi atribuída a ocorrência do fenômeno El Niño. A descarga média mensal apresenta dois picos de máxima descarga ao longo do ano, em fevereiro ( $285 \pm 185 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) e outubro ( $309 \pm 192 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), sendo que as descargas mínimas são observadas em abril ( $164 \pm 110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) e dezembro ( $185 \pm 124 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Porém, o coeficiente de variação (razão entre o desvio padrão e média) indica que há uma alta variabilidade da descarga média mensal no rio Itajaí-Açu (Tabela 5-1).

**Tabela 5-1.** Descarga fluvial média mensal do Rio Itajaí-Açu para a estação fluviométrica de Indaial, com respectivo desvio padrão e razão desvio padrão:média. Série histórica de 1934 e 1997.

Mês	Média e desvio padrão ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )	Desvio padrão/média
Janeiro	$231 \pm 163$	0,71
Fevereiro	$285 \pm 185$	0,65
Março	$233 \pm 138$	0,59
Abril	$164 \pm 110$	0,67
Mai	$175 \pm 147$	0,84
Junho	$217 \pm 191$	0,88
Julho	$245 \pm 322$	1,31
Agosto	$251 \pm 239$	0,96
Setembro	$276 \pm 176$	0,64
Outubro	$309 \pm 192$	0,52
Novembro	$229 \pm 168$	0,73
Dezembro	$185 \pm 124$	0,67

A evolução temporal da descarga em termos de médias mensais e anuais (entre 1934 e 1997), com os respectivos histogramas de frequência, é apresentada na Figura 5-10. As médias anuais apresentam uma distribuição bimodal, o que pode estar relacionado à instabilidade climática observada em Santa Catarina, sobretudo em decorrência de fenômenos de escala global como a Oscilação Sul – El Niño (SCHETTINI, 2002), que provoca secas no nordeste e um aumento da pluviosidade nas regiões sudeste e sul do Brasil (GAN, 1992).



**Figura 5-10. Evolução temporal das descargas médias anuais e mensais.**  
 FONTE: ANEEL

A assimetria negativa acentuada na distribuição de frequência das médias mensais (Figura 5-10) indica que a descarga do rio Itajaí-Açu é relativamente baixa e inferior à média durante a maior parte do tempo, apresentando pulsos esporádicos em função da precipitação na bacia hidrográfica. Os períodos de baixa descarga entre pulsos de alta descarga duram em média 11 dias, mas podem chegar a mais de 120 dias (SCHETTINI & CARVALHO, 1998).

Segundo o INPH (1984), registraram-se cheias excepcionais com vazões de 5.180 m<sup>3</sup>/s em agosto de 1957, 4.747 m<sup>3</sup>/s em julho de 1983 e 4.900 m<sup>3</sup>/s em agosto de 1984. De acordo com o Escritório da Praticagem do rio Itajaí-Açu (JOÃO TEIXIERA, com. pess.), na cheia de 1983, a vazão do rio chegou a atingir a velocidade de 14 nós no pico da vazante.

## 5.5. CLIMA DA REGIÃO DE ESTUDO

Baseado em dados de médias mensais de pluviosidade disponibilizadas pela EPAGRI, foram estimadas precipitações médias anuais para o município de Itajaí, no período compreendido entre 1981 e 1996, da ordem de 1.710,2 mm. Nas estações de Blumenau e Indaial, no mesmo período, esse índice foi da ordem de 1.459,7 mm e

1.720,20 mm, respectivamente. As maiores médias mensais de precipitação observadas compreendem os meses de dezembro a março. A estação menos chuvosa compreende os meses de junho, julho e agosto para os dados de Itajaí e Blumenau, e abril, maio e junho, para Indaial.

Para Itajaí, a temperatura média anual foi de 20,2°C, com extremas anuais de 21,5°C e 18,4°C. Os dados de Blumenau demonstram uma média anual de 20,2°C, com pico de maiores temperaturas médias em janeiro, com 24,5 °C, e menores, em julho, com 15,5 °C. Indaial apresentou uma média anual de 20,33 °C. Como maior média mensal, destaca-se o mês de fevereiro, com 24,7 °C, e junho como mês de menor temperatura média, com 15,6 °C.

Na região do Médio e Baixo Vale do Rio Itajaí, predomina o clima Cfa de KÖPPEN. O tipo Cf representa clima temperado quente, com regime de precipitações é igualmente distribuído por todo o ano, diferente dos climas Cs e Cw, que apresentam chuvas concentradas em estações do ano definidas (verão e inverno, respectivamente).

A análise do conjunto de dados coletados para a referida avaliação ambiental permite concluir que a região objeto de estudo é dotada de clima mesotérmico, com precipitação bem distribuída por todo o ano, apresentando em sua totalidade, deficiências hídricas nulas e bons índices de excedentes hídricos. Encontra-se situada em latitude subtropical, sendo assim zona de transição entre as Massas de Ar Tropicais e Polares e Linhas de Instabilidades originadas na Baixa do Chaco (Paraguai), isto é, atingida pelos principais centros de ação da América do Sul.

## **5.6. SÓCIO-ECONOMIA DA REGIÃO DE ESTUDO**

Os municípios que fazem parte do estudo estão inseridos na região do Médio e Baixo Vale do Rio Itajaí-Açu, na porção Centro-Norte do Estado de Santa Catarina. Parte desses municípios (Blumenau, Navegantes e Itajaí) apresentam predominância de sua ocupação humana em área urbana, possuindo índices superiores a 90 % (IBGE, 2000). Já os municípios de Gaspar e Ilhota, apresentam vocações voltadas a agricultura, apresentado índices próximos de 40% para a população residente na zona rural.

Os municípios supracitados ocupam posições significativas na economia do Estado. Segundo dados do Anuário Estatístico de Santa Catarina (SDM, 2001), o Produto Interno Bruto (PIB) desta área representa 13,99% do total do estado. Navegantes, com um índice de eficiência de 0,56, detém a menor posição dentre os municípios estudados, classificando-se em 212º dentre os 293 municípios no Estado de Santa Catarina. Por outro lado, Blumenau destaca-se, como pólo industrial e empresarial da região, ocupando a 1ª posição do estado, com nível de eficiência máximo, 1,00, tendo um PIB 84,25% acima da média estadual. Itajaí também detém posição de destaque, ocupando 22º de Santa Catarina.

Um outro dado verificado diz respeito ao Índice de Desenvolvimento Social dos municípios, que neste estudo apresentam grandes diferenças. Este índice leva em consideração a análise comparativa de 17 parâmetros básicos, que, segundo a

Secretaria de Estado e Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente de Santa Catarina, demonstram a qualidade de vida da população do estado.

Blumenau ocupa a segunda colocação no ranking do Estado, com uma média de 0,982. Itajaí também apresenta excelente colocação, ocupando a nona posição, a frente de municípios como Joinville e Brusque. Gaspar e Ilhota encontram-se em posições intermediárias desta lista, ocupando as 59<sup>a</sup> e a 62<sup>a</sup> posições, respectivamente. Navegantes aparece na lista na 174<sup>a</sup> colocação no Estado.

Destes municípios, é conveniente destacar os parâmetros distorção no ensino médio, onde todos obtiveram índice igual a um, e energia residencial e comercial, das quais apenas Navegantes para a primeira, e Navegantes e Ilhota para a segunda, não atingiram o índice máximo.

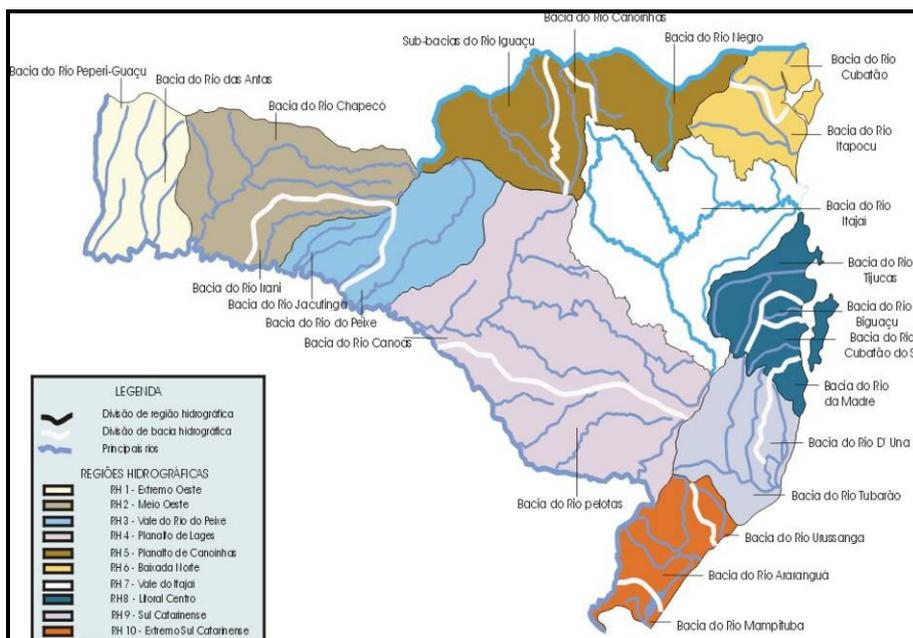
Devido ao posicionamento geográfico privilegiado, os principais portos mercantis do estado estão instalados em dois dos municípios em estudo. O Porto de Itajaí é considerado o principal elo de ligação dos pólos industriais instalados no Vale do Rio Itajaí-Açu e dos estados do sul do país. De frente a este, no município de Navegantes, encontra-se o instalado uma nova estrutura portuária, a qual deve entrar em operação em 2008. Navegantes merece destaque no transporte aeroviário, responsável por cerca de 25% do transporte de passageiros no Estado.

## **5.7. PRODUÇÃO INTERNA E CONSUMO DE AGREGADO**

Segundo Anuário Mineral Brasileiro de 2006 (DNPM, 2006), a produção de areia atingiu o volume de 145.371.727 m<sup>3</sup> no ano de 2005, sendo o estado de Santa Catarina, responsável por cerca de 6.368.644 m<sup>3</sup> no mesmo ano, quando se refere à produção deste minério bruto.

Destacam-se como principais pólos de produção de areia do Brasil, as regiões do Vale do Rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo, respondendo por cerca de 25% da produção paulista e 10% de toda a 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 rios Guaíba, 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 e Vale do Rio Tibagi no município de Ponta Grossa (PR); e o rio Paraná na Região de Guairá (PR).

No estado de Santa Catarina, destacam-se as regiões das bacias do rio Cubatão e Itapocú, na porção nordeste do estado; as bacias do rio Itajaí-Açu (objeto de estudo deste trabalho), Tijucas e Cubatão do Sul, na porção Centro-Oeste; e as bacias dos rios Araranguá e Tubarão na porca sul do estado (Figura 5-11).



**Figura 5-11. Bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina.**

FONTE: SDM (1997)

Em nível nacional, 61,94% do material minerado é empregado na construção civil, sendo que o restante é empregado em atividades diversas, como Construção e Manutenção de Estradas (3,66%), Artefatos de Cimento (1,25%), Aterros (0,96%), entre outros usos (DNPM, 2006).

## 5.8. PEDOLOGIA DA REGIÃO DE ESTUDO

Ocorrem, nessa área, diferentes tipos de solos, intimamente relacionados às formas de relevo e a natureza do substrato rochoso

Segundo as normas estabelecidas pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (*apud* GAPLAN, 1986), na região montanhosa deste setor, prevalece um solo do tipo *podzólico vermelho-amarelo álico*, com argila de atividade baixa, horizonte A moderado, argiloso a argiloso com cascalho.

Ocorrem associados solos do tipo *cambissolo álico*, também com argila de baixa atividade, horizonte A moderado, argiloso a argiloso com cascalho; e solos *litólicos distróficos*, com horizonte A moderado, textura média, com cascalho de rochas metamórficas e sedimentares, características de relevo forte e ondulado a montanhoso.

Ainda nos domínios da região montanhosa, ocorrem faixas de solo *podzólico vermelho-amarelo álico e distrófico*, com argila de baixa atividade, horizonte A moderado, com textura média a argilosa e cascalho. Combina-se com solo *podzólico vermelho-amarelo latossólico álico*, com horizonte A moderado ou proeminente, argiloso.

Ao longo dos vales dos rios, onde o relevo é plano ou suavemente ondulado, predominam solos do tipo *Glei-Húmico*. São solos argilosos, com alto teor de

matéria orgânica, muito utilizados para o cultivo de arroz irrigado. Por ocorrerem em áreas planas, mal drenadas, apresentam baixa suscetibilidade à erosão.

Nos morros que circundam as praias da região de Itajaí, observam-se também solos do tipo *cambissolo distrófico e eutrófico* com horizonte A moderadamente argiloso, associados com solos do tipo *glei pouco húmico álico e distrófico*, com horizonte A moderadamente argiloso.

Ao longo da planície costeira, principalmente entre as localidades de Navegantes e Penha, ocorre solo do tipo *podzólico indiscriminado*, com horizonte A turfoso a moderadamente arenoso. São solos ácidos, com teores extremamente baixos de nutrientes disponíveis para as plantas, conferindo-lhes uma baixa fertilidade natural. Ocorrem nas áreas de relevo plano, sendo desenvolvidos de sedimentos lacustre e marinho do Holoceno. Estão associados a *areias quartzosas marinhas distróficas*, tendo como inclusão *solos de mangue*. As praias com *areias quartzosas marinhas* estão associadas a solos muito pobres, via de regra muito salinos. Os tradicionais horizontes pedológicos dificilmente são encontrados em tal ambiente e geralmente o horizonte A é pouco espesso ou ausente, e o B pode apresentar acumulação de óxido de ferro e/ou matéria orgânica.

Margeando rios, ou em locais de depressão sujeitos à inundação, ocorrem solos do tipo *glei úmido eutrófico*, com argila de atividade alta, horizonte A chernozêmico, textura argilosa a muito argilosa. São solos de média a boa fertilidade natural. Por vezes, ocorrem associados com *solos orgânicos distróficos e eutróficos* argilosos, que são solos desenvolvidos sobre sedimentos paludiais ou lacustres do Holoceno, em áreas planas, sujeitas a inundações freqüentes, com lençol freático próximo à superfície durante boa parte do ano. Caracterizam-se por possuírem alta capacidade de troca de cátions e baixa densidade aparente, em consequência dos altos teores de matéria orgânica.

Os solos do tipo *cambissolo distrófico e eutrófico*, com argila de atividade baixa, horizonte A moderado e textura argilosa, em geral ocorrem associados à planície de inundação dos rios.

## **5.9. CARACTERIZAÇÃO VEGETACIONAL DA REGIÃO DE ESTUDO**

Segundo KLEIN (1979), o Vale do Itajaí é caracterizado por uma flora extraordinariamente rica em espécies, quando comparada com outras áreas do Estado de Santa Catarina.

Encontram-se representadas parcialmente 5 das 6 formações que se estabeleceram no Estado de Santa Catarina. Há a predominância de floresta ombrófila densa costeira, sobretudo no Baixo e Médio Vale do Itajaí, caracterizada pela sua grande densidade e sua grande riqueza em espécies de árvores altas, árvores medianas e arbustos, bem como se encontrarem na mesma, densas populações de epífitas e um relativo elevado número de lianas lenhosas.

Estão parcialmente representadas no Baixo Vale do Itajaí as seguintes formações vegetais: Vegetação Litorânea (pioneira), Mata Pluvial da Encosta Atlântica (Floresta Ombrófila Densa Costeira), Vegetação Secundária e Pastagens Artificiais.

### **5.9.1. VEGETAÇÃO LITORÂNEA (PIONEIRA)**

A vegetação litorânea está situada em condições ambientais e climáticas pouco favoráveis à instalação de uma cobertura vegetal densa ou mais desenvolvida, em virtude da natureza específica dos solos com pouco ou desprovido de nutrientes. Além disso, sofre com ação constante dos ventos, forte insolação e ação do mar. As espécies vegetais abrangidas nas áreas litorâneas compreendem a vegetação da praia, das dunas, da restinga e dos manguezais (KLEIN, 1979).

Nas dunas móveis, predomina uma vegetação herbácea, enquanto que nas dunas fixas, os arbustos. Por vezes a vegetação litorânea ocupa grande parte das planícies quaternárias, situadas entre o litoral e as encostas das serras. Outras vezes a vegetação se limita a poucos metros do litoral, escalando os costões rochosos, enquanto os manguezais se situam na desembocadura dos rios.

No litoral do Vale do Itajaí, a área ocupada pela Vegetação Litorânea é pequena. Abrange as praias de Navegantes, hoje totalmente situadas dentro do perímetro urbano, a Praia Brava, bem como os costões rochosos de Atalaia no Bairro de Cabeçadas, em Itajaí.

### **5.9.2. MATA PLUVIAL DA ENCOSTA ATLÂNTICA**

KLEIN (*op cit.*) observou que ocupa cerca de 80% da área da bacia hidrográfica do Itajaí. No vale do Itajaí, se estende ao longo das Serras de Tijucas, de Itajaí, dos Faxinais e Fo Mirador. Encontra-se em altitudes compreendidas entre 600 e 800 metros .

A Floresta Atlântica do Sul do Brasil representa um tipo de vegetação caracterizada por densos agrupamentos arbóreos, formando diversos estratos, em cujos troncos e ramos se encontram numerosos agrupamentos de Bromeliáceas, Aráceas e Orquidáceas. No solo se encontram principalmente os representantes das Pteridófitas e das Marantáceas, predominando em geral a *Calathea sp. nov.* (caeté), que por vezes cobre quase completamente o solo.

Nas florestas situadas no Vale do Itajaí, as árvores altas atingem comumente 30-35 metros de altura nos vales, onde em geral são mais desenvolvidas não ultrapassando porém 20 a 30 metros ao longo das encostas, como consequência da acentuada declividade. Em virtude desta declividade da maior parte das encostas das serras no Vale do Itajaí, as árvores se distribuem por diferentes níveis, possibilitando esse escalonamento, maior facilidade de acesso à luz.

### **5.9.3. VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA NO VALE DO ITAJAÍ**

Costuma-se denominar de vegetação secundária, as associações vegetais que surgem espontaneamente, após a completa derrubada da mata ou as densas aglomerações de ervas e arbustos, que invadem os terrenos de cultivo abandonados, após um período mais ou menos prolongado de cultura KLEIN (*op cit.*).

A vegetação secundária, que começa com ervas anuais, termina na região do Vale do Itajaí, em matas secundárias, que quanto ao seu aspecto fisionômico, são muito semelhantes às matas primárias, não obstante, a sua composição ser, em geral,

bastante distinta. De maneira geral ocorrem diferentes estágios sucessionais (capoeirinha, capoeira e capoeirão), representando desta forma, as fases de seu desenvolvimento. Cada estágio, de desenvolvimento, constitui uma associação distinta e muito peculiar, com dominantes próprias em que após uma aparente pausa, se efetua uma constante substituição gradativa de espécies, cada vez mais exigentes quanto à fertilidade e a umidade do solo e em que, por sua vez, surgirão novos dominantes em cada estágio de desenvolvimento.

Constata-se no Vale do Itajaí, dois grandes tipos de sucessão vegetal na vegetação secundária, a saber: a do Baixo e Médio Vale e o do Alto Vale do Itajaí; a primeiro é característico da Zona das matas pluviais da encosta atlântica e o segundo da Zona das florestas dos pinhais. As séries sucessionais em ambas as áreas são muito típicas e constantes bem como distintas entre si.

#### **5.9.4. PASTAGENS ARTIFICIAIS E ASPECTOS DA POLICULTURA**

Um dos aspectos mais típicos e expressivos da região do Vale do Itajaí, ocupada pelos agricultores, além da policultura melhorada do milho, da cana de açúcar, da mandioca, do tabaco e do arroz, consiste na transformação dos terrenos de cultivo parcialmente exauridos em pastagens artificiais, que ocupam atualmente uma área considerável imprimindo uma fisionomia própria, realçada ainda pelo fato de as mesmas, ocuparem principalmente o fundo dos vales e os miolos das encostas, onde outrora se encontravam as culturas mais produtivas, graças à grande fertilidade destes solos. Representam, outrossim, as pastagens artificiais, uma significativa mudança nas atividades agrícolas da região, agora concentrada na produção de leite e seus derivados.

### **5.10. CARACTERIZAÇÃO FAUNÍSTICA DA REGIÃO DE ESTUDO**

#### **5.10.1. ICTIOFAUNA**

Apesar de representar um mosaico de diferentes ictiofaunas, a composição ictiofaunística da Mata Atlântica possui características determinadas pela influência dos fatores ambientais intrínsecos da região. A influência destes fatores é mais evidente quando se consideram regiões de maior homogeneidade morfoclimática. Assim, por exemplo, a fauna de todas as bacias possui um forte componente de espécies torrentícolas, adaptadas à vida em cabeceiras de cursos de água da encosta atlântica com regimes de alta pluviosidade esporádica. As características morfoclimáticas da região da Floresta Ombrófila Densa são essenciais para a sua preservação (BUCKUP, 1996).

O rio Itajaí-Açu é um dos maiores rios da região sul do país a drenar suas águas para a Bacia do Sudeste, bem como é um dos menos conhecido do ponto de vista ictiofaunístico (MATTHEWS, 1998)

Para um levantamento ictiofaunístico da região foram utilizados dados coletados junto a Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB (projeto: “Peixes do rio Itajaí-Açu”), além de informações contidas no Estudo de Impacto

Ambiental da UHE Salto Pilão (1992/1993), no diagnóstico do alto rio Itajaí-Açu (DUBOC & INGENITO, 2001).

Foram registradas ocorrências de pelo menos 40 espécies de peixes, distribuídas em 16 famílias e 7 ordens composta por espécies de pequeno (< 20cm), médio (entre 20 e 40cm) e grande porte (> 40cm). Tais espécies registradas representa cerca de 16% da ictiofauna dos rios das bacias hidrográficas da Floresta Atlântica, que apresentam mais de 250 espécies de peixes (BUCKUP, 1996). Porém, se compararmos esta ictiofauna com a do rio Paraná, que apresenta mais de 600 espécies, este valor torna-se pouco expressivo (6,7%).

O número de espécies registradas é inferior ao observado em outros riachos litorâneos, como a bacia do rio São João (88 espécies, BIZERRIL, 1995b), a bacia do rio Paraíba do Sul (130 espécies. BUCKUP, *op. cit.*) e a bacia do rio Tramandaí (73 espécies, MALABARBA & ISAIA, 1998).

Se comparado ao estudo realizado por DUBOC *et al.* (2001) para o trecho médio e baixo do rio Itapocú, o número de espécies é considerado superior. WOOTTON (1990), defende que este menor número de espécies provavelmente esteja relacionado à pequena área desta bacia em relação aos demais rios, a qual apresenta uma pequena heterogeneidade de ambientes, fato já constatado como um amplificador da riqueza de espécies.

Foram observadas duas espécies exóticas (a tilápia - *Tilapia rendalli* - e a carpa - *Cyprinus carpio*), provenientes de introduções intencionais oriundas da piscicultura, sendo que *C. carpio* tem sido introduzida desde o fim do século XIX e *T. rendalli* desde os anos 50 (AGOSTINHO & JÚLIO, 1996).

Algumas espécies registradas, como os lambaris dos gêneros *Astyanax* e *Deuterodon*, o tajibucu *Oligosarcus hepsetus*, o dorminhoco *Dormitator maculatus*, o sagüiru *Cyphocharax*, e os cascudos dos gêneros *Rineloricaria* e *Ancistrus*, são peixes que caracterizam as bacias hidrográficas dos rios costeiros do Sudeste-Sul Brasileiro, sendo que a espécie *Deuterodon supparis* é considerada endêmica para a bacia do rio Itajaí-Açu (LUCENA & LUCENA, 1992).

As espécies possíveis de serem encontradas na foz do rio Itajaí-Açu, segundo HOSTIM-SILVA *et al.* (1997) e FONTANESI *et al.* (2000), apresentam predominância de peixes marinhos costeiros, coincidindo com a ictiofauna estuarina e de águas costeiras rasas (< 10m) determinadas por YAMAGUTI *et al.* (1994) para a região do Rio de Janeiro e São Paulo.

### **5.10.2. MASTOFAUNA, AVIFAUNA E HEPERTOFAUNA**

Segundo CIMARDI (1996), a mastofauna catarinense pode ser considerada relativamente rica. O Estado está na área de distribuição de 169 espécies, o que significa que cerca de 24% das categorias para a região Neotropical, que abrange a América do Sul e América Central, as Antilhas e o México.

Apesar desta riqueza, o estudo da mastofauna catarinense é recente. Os registros mais antigos são frutos de trabalhos esparsos, realizados por pesquisadores diversos. Apenas em 1984 iniciou-se um programa sistemático de pesquisa, com

atividades de campo, principalmente nos parques e reservas biológicas situadas na vertente atlântica (CIMARDI, *op. cit.*). Esse fato, aliado às características comportamentais da classe, a caça e a destruição de seus *habitats*, determina a escassez de dados sobre a ocorrência efetiva das espécies no Estado, suas dinâmicas populacionais e o seu *status* de conservação.

OLIMPIO (1992) cita para a região de Salto Pilão, localidade situada a montante de Blumenau, oito espécies de mamíferos. BRAGAGNOLO *et al.* (1992) e SILVA *et al.* (1993) procuraram descrever aspectos comportamentais de uma população de bugio (*Alouatta fusca*) em floresta secundária em um município vizinho a Blumenau. MAZZOLLI (1993) trabalha a área de ocorrência atual do puma (*Felis concolor*) no Estado de Santa Catarina. ALTHOFF (1992a; 1992b) traz informações sobre a comunidade de chiropteros de Santa Catarina. OLIMPIO *et al.* (1991) apresentam uma lista com 41 espécies de mamíferos para a região noroeste do Estado, nas encostas da Serra do Mar.

MELO *et al.* (1995) realizaram um levantamento da mastofauna da floresta ripária do rio Itajaí-Açu, utilizando vários métodos, como a observação direta (levantamento qualitativo direto), por vestígios da presença do animal, informações de moradores (levantamento qualitativo indireto) e por informações bibliográficas.

Nove espécies de mamíferos foram identificadas, distribuídas em quatro ordens e seis famílias. As espécies foram: *Didelphis albiventris* (Gambá-de-orelha-branca); *Didelphis marsupialis* (Gambá-de-orelha-preta); *Artibeus lituratus* (Morcego-de-cara-branca); *Tadarida brasiliensis* (Morcego-das-casas); *Procyon cancrivorus* (Mão-pelada); *Lutra longicaudis* (Lontra); *Conepatus chinga* (Zorrilho); *Cavia aperea* (Preá) e *Hydrochere hydrochaeris* (Capivara).

No que diz respeito à avifauna de Santa Catarina, estudos sistemáticos sobre esta classe são realizados desde 1978, com base em pesquisas bibliográficas, coleções em museus e pesquisa de campo, e apontam 596 espécies para o Estado. Desse total, 556 foram registrados em campo, sendo que 337 ocorrem ao longo da encosta atlântica. Nessa região, foram registradas 40 espécies endêmicas, perfazendo 22,9% dos endemismos brasileiros (ROSÁRIO, 1996).

ZIMMERMANN (1999) realizou um trabalho com o objetivo de conhecer aspectos da composição e da estrutura da comunidade de aves de um fragmento florestal localizado na cidade de Blumenau, Estado de Santa Catarina. Os trabalhos foram realizados antes desta área ser transformada no Parque Natural Municipal São Francisco de Assis e aberto para a visitação pública.

Com os levantamentos bibliográficos realizados, foi possível identificar 122 espécies de aves silvestres distribuídas em 14 ordens e 30 famílias. Destas, 55 espécies (45,08 %) foram preferencialmente registradas mais na parte central do fragmento, como o trepador-coleira (*Anabazenops fuscus*). Outras 21 espécies (17,21%) têm uma preferência pela borda do fragmento, como por exemplo, o tico-tico (*Zonotrichia capensis*). Um número expressivo de espécies, 46 (37,71 %), parece ser indiferente com relação ao habitat preferencial, sendo registradas tanto na borda como no interior do fragmento, como o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*). Outras 10 espécies de aves (8,19%) são registradas em certos períodos do ano, como o bem-te-vi-carijó (*Myiodynastes maculatus*), o peítica (*Empidonomus varius*) e o

suiriri (*Tyrannus melancholicus*), configurando-se assim o uso do fragmento por estas espécies consideradas migratórias.

Entre as diversas espécies de aves identificadas, onze são consideradas espécies endêmicas da Floresta Atlântica: *Carpornis cuculatus*, *Mymotherula gularis*, *Anabazenops fuscus*, *Cichlocolaptes leucophrys*, *Picumnus t. cirratus*, *Scytalopus indigoticus*, *Tangara desmarestii*, *Thraupis omata*, *Ramphodon naevius* e *Attila rufus*.

ZIMMERMANN (1992) realizou também um levantamento preliminar da Ornitofauna do Parque Ecológico Artex, onde foram identificadas 131 espécies de aves distribuídas em 16 ordens e 38 famílias, sendo 22 famílias (57,90%) são de não passeriformes e as restantes 16 famílias são passeriformes.

No Saco da Fazenda, as aves marinhas costeiras pertencentes à família Laridae e as limícolas das famílias Phalacrocoracidae e Ardeidae foram responsáveis pelas maiores abundâncias ao longo dos anos de censo; enquanto que as habitantes das bordas do estuário apresentaram as menores abundâncias BRANCO (2000).

O estuário atua como um importante local de alimentação e repouso para bandos mistos de aves marinhas costeiras. Atua ainda, como uma fonte alternativa de alimento para habitantes das bordas que durante a baixamar excursionam pela planície de maré à procura de poliquetas e crustáceos.

Quanto à hepertofauna, FREYGANG & ZIMMERMANN (1996) realizaram um trabalho sobre o jacaré-de-papo-amarelo que ocorre na bacia do Itajaí-Açu. Apesar da ampla distribuição, pouca coisa se conhece ou foi escrito sobre a biologia dos jacarés sul-americanos (BRAUN, 1973).

Não existe ainda um consenso quanto a nomenclatura e o número de espécies de jacarés recentes sul-americanos, já que a diferenciação é baseada apenas nos tipos de escamações, na dentição, crânios e medidas corporais. Por isso MEDEM (1958), faz uma descrição minuciosa da metodologia utilizada para medição de crocodilianos. Muitos autores consideram que existem no Brasil três gêneros e seis espécies de crocodilianos (CARVALHO, 1955).

## **5.11. LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

Em se tratando do processo de licenciamento, em 1981 foi promulgada a Lei nº 6.938/81, que em seu artigo 9º, inciso III, estabeleceu como pré-requisito a “*avaliação de impactos ambientais*”. Trata-se de um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos que visa assegurar, desde o início do processo, a realização do exame sistemático dos impactos ambientais de uma determinada ação proposta (projeto, programa, plano ou política), e de suas alternativas, onde os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, sendo, desta forma, por eles devidamente considerados antes que a decisão seja tomada.

Como ferramenta para a avaliação dos impactos ambientais, o Artigo 18 do Decreto nº 88.351/83 criou a figura do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Este Decreto perdeu a validade, sendo

revogado pelo Decreto nº 99.274/90, que define no artigo 17 e seus parágrafos o EIA e o RIMA.

A competência de estabelecer normas e critérios gerais para o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras foi delegada ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) por meio do Decreto Federal nº 99.274/90. Este Conselho, baixou a Resolução nº 01/86, a qual define impacto ambiental como “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, afetam (I) a saúde, a segurança e o bem estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e (V) a qualidade dos recursos ambientais”.

Em 1997, considerando a necessidade de revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e a necessidade do estabelecimento de critério para exercício da competência de licenciar - entre outras considerações - o CONAMA baixou a Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997, que trata da mesma matéria, e atualiza alguns conceitos contidos na Resolução nº 001/86.

Os estudos devem ser “realizados por profissionais legalmente habilitados” (Art. 11 da Resolução CONAMA nº 237/97), sendo estes responsáveis, juntamente com o empreendedor, pelas informações apresentadas, sujeitando-se às sanções administrativas, civis e penais.

Os pedidos de licenciamento, sua renovação e a respectiva concessão, devem ser publicados no jornal oficial do Estado, bem como em um periódico regional ou local de grande circulação (parágrafo 1º do artigo 10 da Lei nº 6.938/81).

De acordo com o art. 19, parágrafo 1º do Decreto nº 99.274/90, compete ao CONAMA fixar os prazos para a concessão das licenças (LP, LI e LO) observada a natureza técnica da atividade. Assim sendo, a Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, fixa prazo de até seis meses para concessão de licença em processo que não envolva a realização de audiência pública, e de até um ano para os casos em que a audiência ocorrer.

Dentre as novidades introduzidas pela Resolução CONAMA nº 237, de 1997, além das já mencionadas, vale ressaltar o destaque que os municípios ganharam. De acordo com o artigo 6º da respectiva Resolução, “compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio”.

Referente ao processo de licenciamento ambiental, são três as licenças a serem emitidas pelos órgãos ambientais estaduais e pelo IBAMA. No caso a área de estudo situa-se na competência do órgão ambiental estadual Fundação do Meio Ambiente – FATMA.

Na fase preliminar do planejamento da atividade deve ser emitida uma LAP, a qual deve conter os requisitos básicos a serem atendidos na fase de localização, instalação e operação, considerando-se os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo.

Segundo a Instrução Normativa nº 7 da FATMA, a LAP deve conter as seguintes informações:

a. Planta de situação/localização contendo os cursos d'água, bosques, dunas, restingas, mangues e, outras áreas protegidas por lei e também os arruamentos no entorno da área, com pontos de referência para facilitar a localização;

b. Documento expedido pela Prefeitura Municipal declarando que a atividade está de acordo com as diretrizes de uso do solo do município e se encontra a montante ou a jusante do ponto de captação de água para o abastecimento público, para o regime de pesquisa. No caso de licenciamento mineral, apresentar Licença de Extração da Prefeitura;

c. Ofício de exigência do DNPM solicitando a Licença Prévia – LP;

d. Anotação de responsabilidade técnica – ART do processo de licenciamento ambiental prévio; e

e. Situação ambiental da área.

O início da implantação do empreendimento é autorizado pela Licença Ambiental de Instalação (LAI), estando de acordo com as especificações técnicas constantes no projeto executivo aprovado. A LAI deve conter os seguintes itens:

a. Plano de Controle Ambiental contendo os seguintes itens:

- Caracterização sucinta do empreendimento com um fluxograma das etapas do processo;
- Diagnóstico ambiental da área de influência, abrangendo vias de acesso, assentamentos populacionais, indústrias, agropecuárias, geologia, pedologia, geomorfologia, qualidade do ar, fauna e flora, uso do solo e outros pontos de interesse;
- Caracterização e avaliação dos possíveis impactos ambientais causados pelo empreendimento;
- Medidas mitigadoras e/ou compensatórias a serem implantadas, incluindo o plano de proteção e recuperação ambiental; e
- Programa de monitoramento dos impactos ambientais.

b. Projetos executivos embasados nos impactos ambientais.

c. Cronograma detalhado para implantação das medidas ambientais e do avanço da mineração nas suas diversas etapas.

d. Plantas plani-altimétricas em escala adequada caracterizando:

- Todos os aspectos constantes do diagnóstico da área;
- Os impactos ambientais e delimitando suas áreas de influência;
- Avanço das frentes de lavra, nas suas diversas etapas;
- A configuração final da área após a atividade de lavra;

- Empreendimento, local de estocagem do minério, do solo orgânico, do estéril e vias de acesso; e
  - A recuperação ambiental da área.
- e. Anotação de responsabilidade técnica- ART do projeto da atividade.
- f. Ofício de exigência do DNPM, solicitando a LI.

Após as verificações necessárias, a LAO autoriza a atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, com acordo com o previsto nas Licenças Ambientais Prévia e de Instalação. Esta deve conter:

- a. Título Mineral junto ao DNPM; e
- b. ART do acompanhamento e execução da atividade.

Na ocasião de renovação desta Licença, devem ser apresentados os seguintes documentos:

- a. Relatório de atividades e avaliação da eficiência das medidas ambientais constantes do programa de monitoramento aprovado na LI;
- b. Licença de Extração da Prefeitura Municipal, nos casos de Licenciamento Mineral (caso a licença anterior esteja vencida);
- c. Documento atualizado expedido pela Prefeitura Municipal declarando que a atividade está de acordo com as diretrizes de uso do solo do município e se esta a montante ou a jusante do ponto de captação de água para o abastecimento público, para o regime de pesquisa. No caso de Licenciamento Mineral, apresentar Licença de extração da Prefeitura; e
- d. ART do acompanhamento e execução, atualizada.

## 6. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foram utilizados dados levantados em 2001 e no período de 2005 a 2007. Em 2001 foi realizado um Estudo de Impacto Ambiental – Relatório de Impacto de Meio Ambiente – EIA/RIMA, sob responsabilidade da empresa CARUSO JR. ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA. Durante os anos de 2005 a 2007 a empresa supracitada realizou atividades de monitoramento ambiental, por iniciativa dos mineradores filiados ao Sindicato das Indústrias de Extração de Areia de Santa Catarina - SIEASC.

Foram realizadas visitas às áreas das mineradoras para o reconhecimento da atividade de mineração e verificar a situação ambiental das mesmas. A coleta dos dados foi realizada por meio do preenchimento de fichas de controle (*checklists*) e a compilação por meio de uma matriz de interação simplificada (CARUSO JR. E. A., 2002b). A elaboração das fichas de controle foi baseada na nova proposta da Instrução Normativa nº 7 da Fundação do Meio Ambiente – FATMA.

Os levantamentos de campo referentes ao monitoramento ambiental realizado pela CARUSO JR. ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA foram realizados nos meses de junho e julho de 2005, outubro e novembro de 2006 e julho de 2007. A metodologia adotada nestas coletas de dados consistiu em preenchimento das listas de controles detalhadas, levantamento fotográfico e entrevistas com pessoas envolvidas na atividade de extração de areia.

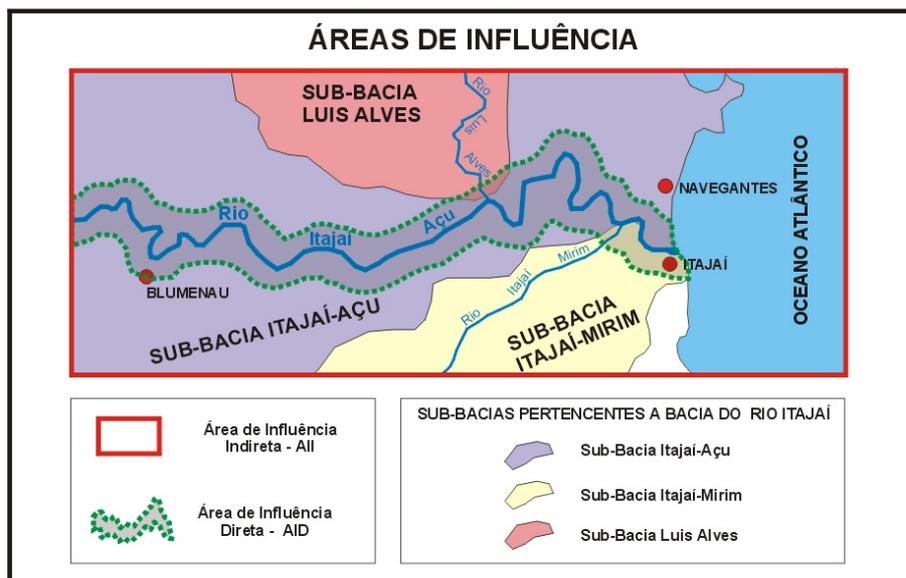
Foram avaliados aspectos relativos à documentação da empresa; a segurança da área de extração de areia; aos processos que contribuam com a erosão, assoreamento e recuperação da cobertura vegetal da área; ao gerenciamento dos resíduos sólidos; ao comprometimento com a qualidade das águas no entorno da empresa; a saúde, segurança e bem estar do trabalhador.

Os levantamentos bibliográficos foram efetuados considerando minerações de areia de forma genérica, a fim de proporcionar o entendimento dos métodos de lavra utilizados na região, principais impactos e medidas de controles ambientais, questões relacionadas a questões sócio-econômicas, normas técnicas e legislações aplicáveis a atividade. Foram realizados levantamentos de dados referentes à caracterização do meio físico, biológico e sócio-econômico da região, enfatizando a Área de Influência Indireta (AII) da atividade, além de mapas temáticos.

## **7. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA**

Para efeito deste estudo, considerou-se a sub-bacia do rio Itajaí-Açu como Área de Influência Indireta (AII), na região do Baixo Vale (Figura 7-1). Esta região abrange os municípios de Blumenau, Gaspar, Ilhota, Itajaí e Navegantes.

Desse modo, considerou-se a calha do rio Itajaí-Açu, assim como suas áreas marginais como Área de Influência Direta (AID) do estudo, com início no trecho fluvial que banha o município de Blumenau. A partir deste ponto, segue-se a jusante até o encontro do Oceano Atlântico. A AID limita-se a essas áreas, por serem nas quais se verificam impactos diretos sobre o meio, a partir das atividades de mineração.



**Figura 7-1. Localização das áreas de influência do trabalho proposto.**  
 FONTE: CARUSO JR. E.A. (2002a)

## 8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 8.1. IMPACTOS AMBIENTAIS

Entende-se por impacto ambiental, qualquer consequência, adversa ou benéfica, que resulte ou que possa resultar da interação dos aspectos ambientais ou elementos de processos, operações, serviços e produtos de uma organização com o meio, sobre os quais ela tenha capacidade de exercer controle direto ou tenha capacidade de influenciar.

Neste tópico estão elencados os impactos ambientais identificados decorrentes da atividade de mineração de areia, atrelado à fase de operação das empresas de mineração de areia.

#### 8.1.1. Metodologia Adotada

Para a descrição dos impactos ambientais da atividade em questão, partiu-se da premissa que os empreendimentos deste tipo provocam interferências no meio ambiente, principalmente porque atuam através de dragagens, transporte de minérios, atividades de infra-estrutura de apoio, além da necessidade de eventuais construções civis.

Os empreendimentos minerários que atuam na área de influência são licenciados perante o DNPM (âmbito federal) e a FATMA (âmbito estadual), possuindo áreas nas quais atualmente exercem atividades além de outras áreas que poderão ser mineradas no futuro. Procurou-se detectar e qualificar os impactos decorrentes da atividade extrativa na fase de operação.

A metodologia adotada buscou avaliar qualitativamente os impactos, quantificando a magnitude de seus efeitos sempre que cabível e mensurável. A primeira ferramenta utilizada foi uma Matriz Simplificada de Correlação de Impactos

Ambientais (CARUSO JR. E.A., 2002b), que indica a ocorrência de impactos da atividade mineradora na fase de operação, sobre cada conjunto de fatores ambientais (Tabela 8-1).

O método utilizado como complementar à matriz simplificada de correlação foi a descrição e classificação de cada um dos impactos (ou conjunto de impactos) assinalados na matriz.

Na etapa de descrição, os impactos foram identificados e discriminados. Buscou-se apontar a magnitude quantitativa de todos os impactos mensuráveis ou a magnitude qualitativa dos intangíveis. Foi determinada, através de uma escala qualitativa, a importância relativa do impacto dentro do contexto local (AID) e regional (AII).

Para a formulação da Matriz Simplificada de Correlação, apresentada na Tabela 8-1, os impactos foram classificados em função das classes descritas abaixo (CARUSO JR. E.A., *op. cit.*):

**Compartimento:** congrega os três grandes grupamentos de componentes, representados pelos fatores físicos, bióticos e antrópicos;

**Componentes:** conjunto de aspectos que serão diretamente afetados pelos impactos;

**Impactos:** resultados previstos ou previsíveis, decorrentes dos processos envolvidos na operação da frente de lavra;

**Ações geradoras (intervenções):** práticas necessárias ou eventos acidentais, que podem estar potencialmente envolvidos em cada uma das etapas do empreendimento;

**Atributos:** conjunto de parâmetros mensuráveis ou estimáveis, que qualificam cada uma das intervenções necessárias para a concretização da atividade mineradora;

**Categoria:** a predominância do impacto, se de caráter ambiental ou econômico;

**Ambiente de intervenção:** descrição genérica do local onde se espera que o impacto seja registrado. Cabe destacar que o ambiente em questão é aquele onde se dará a ação impactante, e não aquela onde serão registrados os impactos. Quando o compartimento a que se relaciona o impacto, for o antrópico, não deve haver proposição do ambiente de intervenção, uma vez que a vertente sócio-econômica interage com o ambiente natural de forma generalizada;

**Classificação:** estabelece o tipo ou natureza da interferência, distinguindo-se entre negativa e positiva;

**Forma de incidência:** trata da maneira como a ação interveniente poderá impactar o componente, ou seja, direta ou indiretamente;

**Abrangência:** informa a espacialidade ou dimensão da interferência provocada;

**Expectativa de ocorrência:** apresenta a carência do fenômeno, determinando o prazo em que serão sentidas as conseqüências da ação praticada;

**Duração/Freqüência:** estabelece a “temporalidade”, ou seja, a escala temporal em que poderá ser observado o fenômeno;

**Reversibilidade:** para cada impacto listado, determina qual a possibilidade de reversão dos efeitos negativos observados. Representa a capacidade do fator impactado de voltar ao seu estado anterior, quando tenha cessado o agente que promoveu o impacto. Quando forem previstos impactos positivos, não há porquê se supor intenção de reversão dos resultados;

**Mitigabilidade:** durante a execução de dada ação interveniente, aponta a chance de se obter sucesso com a adoção de medidas que reduzam os efeitos adversos;

**Magnitude:** este atributo estabelece quantitativamente o grau de interferência do impacto, seja ele positivo ou negativo; e

**Relevância:** representa um somatório teórico das pontuações concedidas a cada um dos atributos anteriores, de modo a classificar os impactos previstos, em uma escala que possibilite a compreensão do grau de interferência de cada ação.

Tabela 8-1. Matriz simplificada de Correlação de Impactos Ambientais para a extração de areia no leito do rio Itajaí-Açu.

COMPARTIMENTOS	COMPONENTE	IMPACTO	AÇÃO GERADORA (INTERVENÇÃO)	ATRIBUTOS										
				CATEGORIA PREDOMINANTE	AMBIENTE DE INTERVENÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	FORMA DE INCIDÊNCIA	ABRANGÊNCIA	EXPECTATIVA DE OCORRÊNCIA	DURAÇÃO/FREQUÊNCIA	REVERSIBILIDADE	MITIGABILIDADE/POTENCIABILIDADE	MAGNITUDE	RELEVÂNCIA
MEIO FÍSICO	Recursos hídricos	Alteração da qualidade das águas fluviais	Operação de dragagem	A	F	N	D	L	I	C	R	NM	A	G
		Desassoreamento do leito e preservação da seção de escoamento	Operação de dragagem	A	F	P	D	L	I	P	—	NP	A	G
		Aumento de turbidez	Deficiência na contenção de finos	A	F	N	I	L	I	C	R	M	B	P
	Solos	Impactos associados à poluição acidental	Operações de dragagem no rio e atividades na retro-área	A	T	N	D	L	CP	P	PR	PM	M	M
		Alteração fisiográfica do solo e processos erosivos	Exposição do solo, por remoção da cobertura vegetal e atividades associadas	A	T	N	D	L	I	P	PR	NM	M	M
Ar/Atmosfera	Modificações na qualidade do ar e nas condições sonoras	Circulação de veículos e operação de equipamentos	A	T	N	D	L	I	C	R	PM	M	M	
MEIO BIÓTICO	Cobertura vegetal	Remoção ou recobrimento da mata ciliar	Descarregamento das balsas	A	T	N	D	L	I	T	R	M	M	M
	Fauna terrestre	Atropelamento de animais	Trânsito de veículos e máquinas na retro-área e vias de acesso	A	T	N	D	L	I	P	I	M	B	P
	Fauna aquática	Prejuízos à ictiofauna do ambiente fluvial/estuarino	Operação de dragagem	A	F	N	D	L	I	P	PR	NM	A	G
MEIO SÓCIO-ECONÔMICO	Sistema viário	Sobrecarga da estrutura viária	Transporte de insumos, materiais e produtos	E	—	N	D	R	I	P	I	PM	M	M
	Saúde pública	Formação de ambientes propícios à proliferação de vetores	Acúmulo temporário de lixo e resíduos	A	—	N	I	L	CP	P	R	M	B	P
	Estrutura cênica	Modificações da paisagem	Operações de dragagem no rio e atividades na retro-área	A	—	N	D	L	MP	P	PR	NM	A	G
	Corpo de funcionários	Acidentes operacionais	Operações de dragagem no rio e atividades na retro-área	E	—	N	D	L	I	T	I	M	B	P
	Empregos	Geração de postos de trabalho	Operações de dragagem no rio e atividades na retro-área	E	—	P	D	R	I	P	—	P	M	M
	Economia regional	Fortalecimento de atividades comerciais e de prestação de serviços	Aquisição de bens e serviços pelos empreendedores e empregados	E	—	P	D	R	I	P	—	NP	B	P
	Receita tributária	Aumento da arrecadação	Processos econômicos	E	—	P	I	R	I	P	—	NP	B	P

CATEGORIA PREDOMINANTE	AMBIENTE DE INTERVENÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	FORMA DE INCIDÊNCIA	ABRANGÊNCIA	EXPECTATIVA DE OCORRÊNCIA	DURAÇÃO/FREQUÊNCIA	REVERSIBILIDADE	MITIGABILIDADE (-) / POTENCIABILIDADE (+)	MAGNITUDE	RELEVÂNCIA
Ambiental – A	Terrestre – T	Negativo – N	Direta – D	Local – L	Imediato – I	Temporário – T	Reversível – R	Mitigável – M	Baixa – B	Pequena – P
Econômico – E	Fluvial – F	Positivo – P	Indireta – I	Regional – R	Curto Prazo – CP	Permanente – P	Parcialmente Reversível – PR	Parcialmente Mitigável – PM	Média – M	Média – M
					Médio Prazo – MP	Cíclico – C	Irreversível – I	Não Mitigável – NM	Alta – A	Grande – G
					Longo Prazo – LP			Potencializável – P		
								Não Potencializável – NP		

## **8.1.2. Principais Impactos Detectados na Fase de Operação e Medidas Mitigadoras de Impactos Negativos e de Potencialização de Impactos Positivos**

### **8.1.2.1. Meio Físico**

#### **8.1.2.1.1. Alteração da Qualidade das Águas Fluviais**

A operação de dragagem provoca um acentuado aumento da turbidez, embora de caráter temporário e em pontos localizados, e a possível remobilização e biodisponibilização de contaminantes adsorvidos nos sedimentos. Porém, o prejuízo ambiental torna-se mais expressivo no caso de derramamento de combustíveis no corpo hídrico (Figura 8-1), geralmente provenientes da operação de abastecimento realizada de forma irregular. Os principais poluentes nesse caso serão óleos, graxas e esgotos sanitários



**Figura 8-1. Resíduos de combustíveis derramados no corpo hídrico, provavelmente em atividade relacionada ao abastecimento da embarcação.**

Impacto predominantemente ambiental, no meio fluvial, negativo, direto, local, imediato, temporário a médio/longo prazo, não mitigável, naturalmente reversível.

#### **8.1.2.1.2. Medidas Mitigadoras Associadas à Alteração da Qualidade das Águas Fluviais**

- Evitar a movimentação de combustíveis, óleos e graxas na área da jazida, dando preferência por executar serviços de manutenção em locais adequados para este fim;
- Utilizar de processos seguros contra derramamento de combustíveis na atividade de abastecimento das embarcações; e
- Desenvolver junto aos trabalhadores, um programa de conscientização sobre a importância da prevenção de acidentes e danos ao meio ambiente, através de cursos e cartilhas.

#### **8.1.2.1.3. Desassoreamento do Leito do Rio e Preservação da Seção de Escoamento**

A execução das atividades minerárias em leitos de rio corrobora com a preservação da seção transversal do curso d'água, garantindo a manutenção da taxa de escoamento, de modo que contribui para evitar todas as conseqüências advindas de enchentes, com danos ao meio ambiente e ao patrimônio das comunidades ribeirinhas.

Impacto ambiental, no meio fluvial, positivo, direto, local, imediato, permanente, não potencializável, de alta magnitude e grande relevância.

#### **8.1.2.1.4. Aumento da Turbidez**

O material descarregado e estocado em pilhas está sujeito à intensa ação das chuvas. De maneira análoga, a própria descarga caracteriza um processo que envolve água, sujeitando os elementos finos à mobilização (Figura 8-2). Considerando tais características, há que se prever fenômenos de lixiviação de elementos solúveis, a partir da infiltração de água. Assim, ocorreriam processos de movimento de massa por liquefação, dependendo do grau de saturação dos materiais. Tal mobilização também pode ocorrer sob a ação do vento. Sob ação de tais eventos meteorológicos, sem a adoção de medidas adequadas, este material poderá atingir os cursos d'água, corroborando com o aumento de turbidez.



**Figura 8-2. Sedimentos finos retornando ao corpo hídrico devido a ausência de estrutura de contenção de sedimentos finos eficaz na bacia de decantação das empresas.**

Impacto ambiental, no meio fluvial, negativo, indireto, local, imediato, cíclico (devido à natureza dos eventos de mobilização), naturalmente reversível, mitigável, de baixa magnitude e pequena relevância.

#### **8.1.2.1.5. Medidas Mitigadoras Associadas ao Aumento da Turbidez**

- Adotar sistemas de contenção de finos, dimensionados para o volume explotado por cada empresa, que reduzam o seu retorno para o curso d'água, evitando o aumento da turbidez e reduzindo os riscos de assoreamento;

- Adotar um sistema de contenção dos estoques, que preveja o deslocamento superficial de água da chuva, evitando a remobilização e conseqüentemente, o aumento de turbidez dos cursos d'água;
- Instalar sistemas de drenagem dos acessos de veículos, assegurando a preservação da qualidade das águas superficiais; e
- Utilizar, dragas com alta eficiência, que consigam capturar o máximo possível da água saturada em finos, mobilizados com a escarificação do fundo.

#### 8.1.2.1.6. Impactos Associados à Poluição 'Acidental'

Um dos principais impactos sobre as águas fluviais é provocado pela poluição do solo, pelo aumento da carga orgânica e pelos resíduos dos serviços auxiliares, que acarretam problemas de poluição às águas dos rios (Figura 8-3).



Figura 8-3. Exemplos de situações que proporcionam condições de Poluição 'Acidental'.

Impacto predominantemente ambiental, negativo, direto, local, imediato, cíclico/de efeito retardado, irreversível, porém mitigável através da adoção de procedimentos operacionais e através de sistemas de controle.

##### 8.1.2.1.6.1. Medidas Mitigadoras Associadas à Poluição 'Acidental'

- Implantar fossas sépticas, de acordo com a Norma NBR 7.229, quando houver instalação de sanitários fixos. Caso contrário, disponibilizar para os colaboradores sanitários móveis, que utilizam tratamento químico;
- O tanque de armazenamento de óleo diesel deverá estar em boas condições e possuir diques de contenção para o caso de vazamentos;
- Priorizar a manutenção preventiva de máquinas e equipamentos, antecedendo condições que provoquem vazamento de óleos, fluídos hidráulicos ou combustíveis;
- Evitar a movimentação de combustíveis, óleos e graxas na área da jazida, dando preferência por executar serviços de manutenção em locais adequados para este fim;

- Acondicionar e transportar adequadamente os resíduos produzidos, bem como, as embalagens descartadas, com especial atenção àquelas que armazenaram produtos tóxicos ou outra substância qualquer que apresente risco ao meio ambiente; e
- Desenvolver junto aos trabalhadores, um programa de conscientização sobre a importância da prevenção de acidentes e danos ao meio ambiente, através de cursos e cartilhas.

#### 8.1.2.1.7. Alteração Fisiográfica do Solo e Processos Erosivos

As modificações físicas promovidas na área de retroporto implicam na alteração do comportamento dos processos hídricos de penetração das águas pluviais, como por exemplo, o tempo de residência das águas sobre o solo. A exposição deste solo também sujeita a área a eventos erosivos, como resultado da remoção da cobertura vegetal (Figura 8-4 e Figura 8-5). A área de retorno das águas provenientes das bacias de decantação, também quando não adotadas medidas de proteção, como a adoção de calhas e tubulações com comprimento adequado, sofrem processos erosivos semelhantes.



Figura 8-4. Erosão ocorrida na margem em áreas de retroporto devido a ausência de estrutura de proteção das margens no local.



Figura 8-5. Erosão ocorrida na margem em áreas de retorno das águas provenientes das bacias de decantação.

Impacto ambiental, com intervenção no meio terrestre, negativo, direto, de abrangência local, imediato, permanente, parcialmente reversível, não mitigável, de média magnitude e média relevância.

#### **8.1.2.1.8. Medidas Mitigadoras Associadas às Alteração Fisiográfica do Solo e Processos Erosivos**

- Utilizar de estruturas para a proteção das margens nas áreas de atracação das embarcações;
- Manter o afastamento mínimo das margens nas operações que utilizam dragas, de modo a assegurar a estabilidade de taludes, reduzindo as interações negativas que possam promover seu desbarrancamento;
- Utilizar, na descarga, tubulação que lance o produto da extração a distâncias compatíveis com as APP's, representadas pelas margens de rios e cavas.

#### **8.1.2.1.9. Modificações na Qualidade do Ar e nas Condições Sonoras**

Na fase de operação poderão ocorrer alterações na qualidade do ar em decorrência das operações de manutenção conduzidas nas oficinas, com eventuais emissões de CO e CO<sub>2</sub>, e emissões fugidias de compostos orgânicos e hidrocarbonetos voláteis, além da suspensão de material particulado no trânsito em vias não pavimentadas.

As atividades como movimentação das pá-carregadeiras, caminhões, etc. e os serviços de carga e descarga das balsas responderão pelo maior volume de ruídos que não correspondem a impactos muito significativos pela localização das empresas.

Impacto predominantemente ambiental, negativo, direto, local, imediato, permanente, mitigável mediante adoção de medidas preventivas e adoção de rígidos sistemas de controle, além de equipamentos de proteção.

#### **8.1.2.1.10. Medidas Mitigadoras Associadas às Modificações na Qualidade do Ar e nas Condições Sonoras**

- Priorizar a manutenção preventiva de máquinas e equipamentos;
- Limitar a velocidade dos veículos dentro da área da mineradora, principalmente com ações de conscientização;
- Implantar cortinas verdes, com árvores de porte nas margens dos acessos, defronte às frentes de lavra e circundantes aos estoques, de modo que contribuam como elemento filtrante de poeiras fugidias;
- Exigir, sempre que possível, a utilização de material apropriado (lonas ou afins) para recobrir a carga dos veículos, evitando mobilização durante seu deslocamento, sobretudo para as áreas externas da mineradora; e

- Promover a umectação das superfícies de trabalho e vias de serviço não pavimentadas, assim como a lavagem dos veículos antes que deixem as áreas da mineradora.

### 8.1.2.2. Meio Biótico

#### 8.1.2.2.1. Remoção ou Recobrimento de Matas Ciliares

Durante a operação de descarga da areia extraída do leito do rio, poderá ocorrer pontuais recobrimento da mata ciliar (Figura 8-6), localizada em APP. Todavia, procedimentos adequados na operação de descarga do minério poderão evitar o soterramento desta vegetação, que desempenha papel fundamental para a prevenção de processos erosivos das margens.



**Figura 8-6. Recobrimento da mata ciliar, localizada em APP.**

Impacto ambiental no meio terrestre, negativo, direto, local, imediato, temporário, reversível, mitigável, de média magnitude e média relevância.

#### 8.1.2.2.1.1. Medidas Mitigadoras Associadas à Remoção ou Recobrimento de Matas Ciliares

- Demarcar, através de estaqueamento e cabos de sinalização, as áreas a serem suprimidas, antes que tenham início os primeiros procedimentos de limpeza da área;
- Adotar um procedimento de supressão concomitante com a expansão da lavra, reduzindo a superfície potencialmente exposta a eventos erosivos;
- Realizar o salvamento de plântulas (mudas e propágulos) das espécies arbóreas existentes na área, e de epífitas, principalmente orquídeas, bromélias e aráceas;
- Promoção de campanhas de educação ambiental com os operários envolvidos na atividade;
- Utilização de tubulação com dimensão compatível, que evite o recobrimento das áreas marginais, com material dragado do leito do rio; e

- Instalação de um trapiche ou outra construção similar, que previna a colisão da balsa com a margem.

#### **8.1.2.2.2. Atropelamento de animais**

O trânsito de veículos e máquinas poderá acarretar eventos isolados de atropelamento de animais silvestres que estejam cruzando as vias de acesso. A instalação destes locais de serviço, em ambientes que representavam núcleos naturais, sempre tende a causar impactos desta natureza; todavia, seus resultados podem ser adequadamente mitigados mediante a adoção de medidas apropriadas.

Impacto ambiental, no meio terrestre, negativo, de incidência direta e abrangência local, com expectativa de ocorrência imediata, permanente, irreversível, mitigável, de baixa magnitude e pequena relevância.

##### **8.1.2.2.2.1. Medidas Mitigadoras Associadas ao Atropelamento de Animais**

- As áreas devem ser cercadas de maneira eficiente, impedindo ao máximo o acesso de animais à área da jazida, no sentido de prevenir acidentes;
- Os serviços devem ser concentrados nos horários diurnos, de modo a assegurar que os animais de hábitos noturnos possam realizar suas funções, e que os demais tenham repouso garantido;
- Os empreendedores manterão um programa de informações, o qual deverá demonstrar a seqüência de procedimentos a serem adotados pelo pessoal envolvido, quando constatado algum acidente envolvendo animais. Este material deverá ser redigido sob consultoria de médicos veterinários, e dele farão parte telefones e endereços de profissionais e órgãos, que poderão colaborar no atendimento do animal; e
- Serão coibidas atitudes, por parte dos trabalhadores, que agravem a perturbação já instalada, tais como caça ou perseguição.

##### **8.1.2.2.3. Prejuízos à Ictiofauna do Ambiente Fluvial/Estuarino**

A dragagem afetarà basicamente a infauna bêntica, de mobilidade reduzida, já que a epifauna predadora e a fauna demersal (peixes e crustáceos) podem evitar ou fugir da região de impacto localizado, devido à sua mobilidade. Outras atividades, como a atracação das balsas, representam impactos de pequena monta sobre a ictiofauna.

As perturbações provocadas pelas dragagens são constantes, porém amenizadas devido à velocidade das correntes ao longo do canal fluvial e, conseqüentemente, de pequeno efeito. Por outro lado, dentre os benefícios sobre a ictiofauna, tem-se a facilitação de acesso à região estuarina (através do aprofundamento do canal) e, eventualmente, do aumento de disponibilidade de alimento.

Impacto predominantemente ambiental, negativo, direto, local, imediato, temporário de curto à médio prazo, naturalmente reversível e mitigável.

#### **8.1.2.2.4. Medidas Mitigadoras Associadas aos Prejuízos à Ictiofauna do Ambiente Fluvial/Estuarino**

- Utilização de equipamentos de sucção com elevada eficiência, a fim de gerar volume reduzido de sedimentos finos no processo de dragagem.

#### **8.1.2.3. Meio Sócio-Econômico**

##### **8.1.2.3.1. Sobrecarga do Sistema Viário**

Este impacto acarreta conseqüências adversas não somente para a população local, mas para todas as pessoas que residem no entorno dos eixos rodoviários que ligam os portos de areia aos mercados consumidores. Esta questão envolve fatores como segurança, emissão de ruídos e poluentes atmosféricos (poeira), além da demanda por uma manutenção periódica das vias mais utilizadas. Apesar de o tráfego provocado pela atividade ser considerado de pequena significância, pode estar associado à ocorrência de danos à malha viária local e regional, que em alguns pontos apresenta condições precárias e em outros, cruza porções urbanas de alguns municípios da região de estudo.

Impacto econômico, negativo, de incidência direta, abrangência regional, com expectativa de ocorrência imediata, permanente, irreversível durante a fase de Operação, parcialmente mitigável mediante adoção de medidas mitigadoras e preventivas, de média magnitude e média relevância.

##### **8.1.2.3.2. Medidas Mitigadoras Associadas à Sobrecarga do Sistema Viário**

- A instalação de placas de trânsito, redutoras de velocidade e indicativas de trânsito de veículos lentos;
- Evitar o transporte de carga acima da capacidade permitida;
- Conscientizar motoristas e operadores de maquinário, sobre as corretas medidas de direção defensiva; e
- Estabelecer um processo de manutenção preventiva dos veículos, com especial atenção aos sistemas de segurança, que incluem freios e iluminação.

### 8.1.2.3.3. Formação de Ambientes Propícios à Proliferação de Vetores

Eventuais impactos sobre a saúde pública podem ocorrer a partir de áreas em que ocorra a acumulação temporária de lixo e sucatas no pátio das mineradoras, servindo de ambiente favorável à ocupação e proliferação de vetores (Figura 8-7).



Figura 8-7. A deposição de resíduos sólidos de forma inapropriada proporciona ambientes favoráveis à proliferação de vetores.

Impacto ambiental, negativo, indireto, local, com ocorrência em curto prazo, permanente, reversível, mitigável mediante adoção de ações preventivas e/ou corretivas e procedimentos operacionais adequados, de baixa magnitude e pequena relevância.

#### 8.1.2.3.3.1. Medidas Mitigadoras Associadas à Formação de Ambientes Propícios ao Desenvolvimento de Vetores

- O estabelecimento de procedimentos de acumulação de resíduos, de forma a evitar a formação de criadouros propícios para o desenvolvimento de larvas de insetos (acúmulo de águas paradas) e de roedores nocivos (abrigos);
- Zelar pelas condições sanitárias da mineradora, com a instalação de sistemas de tratamento de esgoto (e.g., fossas sépticas), ou mesmo, sanitários com tratamento químico, que possam ser transportados para as frentes de trabalho, facilitando o acesso; e
- Controle periódico de vetores, com a contratação de empresas especializadas na questão.

#### 8.1.2.3.4. Modificações da Paisagem

A inserção da atividade de mineração em uma área natural, desde seu início, implica na alteração da paisagem local, que em alguns casos, pode ser observada à distância. Entretanto, trata-se de um impacto de abrangência geográfica restrita, e que se justifica com as avaliações apresentadas ao longo deste Estudo, quando versa sobre a importância da atividade para o desenvolvimento econômico, com principal enfoque para a construção civil.

Impacto ambiental, negativo, direto, de abrangência local, de médio prazo, permanente até a fase de Desativação, parcialmente reversível, não mitigável, de alta magnitude e grande relevância.

#### **8.1.2.3.5. Riscos de Acidentes Operacionais**

Este impacto se refere aos riscos associados ao funcionamento dos equipamentos de sucção e bombeamento dos bens minerais, e às operações de máquinas e demais veículos de carga (Figura 8-8). A probabilidade de ocorrência de acidentes é reduzida, quando adotadas medidas preventivas, e suas conseqüências são pouco significativas.



**Figura 8-8. Situações de riscos observadas durante o processo de descarregamento da balsa.**

Impacto econômico, negativo, direto, local, imediato, temporário, irreversível, mitigável mediante adoção de medidas preventivas e equipamentos de proteção, de baixa magnitude e pequena relevância.

#### **8.1.2.3.5.1. Medidas Mitigadoras Associadas aos Riscos de Acidentes Operacionais**

- Manter o pessoal treinado e capacitado para execução dos serviços a que se destinam;
- Zelar pela manutenção dos equipamentos e pelo bem-estar dos colaboradores;
- Conscientizar motoristas e operadores de maquinário, sobre as corretas medidas de operação;
- Evitar, tanto quanto possível, a manipulação de combustíveis e outros componentes potencialmente perigosos;
- Exigir a utilização, por parte dos funcionários, dos EPI's;
- Empregar equipamentos de proteção coletiva, tais como cercas e placas de sinalização, alertando para os pontos mais perigosos, e para os riscos envolvidos, principalmente no caso da extração em cavas, onde há formação de lagoas profundas.

#### **8.1.2.3.6. Geração de Postos de Trabalho**

A atividade mineradora gera postos de trabalho vinculados às atividades operacionais de extração e transporte, produzindo efeitos positivos sobre a ocupação da mão-de-obra, incrementando a renda da população do entorno.

Impacto econômico, positivo, direto, regional, imediato, permanente, potencializável com a adoção de medidas de incentivo a contratações regionalizadas, de média magnitude e média relevância.

#### **8.1.2.3.7. Medidas de Potencialização à Geração de Postos de Trabalho**

Deve ser adotada mão-de-obra oriunda da AII, potencializando a geração de empregos diretos e indiretos. No caso das mineradoras de grande porte, o empreendedor poderia oferecer cursos de capacitação técnica, com vistas à formação de mão-de-obra local especializada.

#### **8.1.2.3.8. Fortalecimento de Atividades Comerciais e de Prestação de Serviços**

A operação dos portos de areia tende a incentivar direta e indiretamente, o mercado local, no atendimento de demandas do empreendedor e de seus colaboradores. Tal funcionamento deverá incrementar a geração de negócios e receitas, com efeitos positivos mais significativos sobre o balanço tributário municipal, e de pequena monta sobre o balanço tributário estadual.

Impacto econômico, positivo, direto, regional, imediato, permanente durante toda a fase de Operação, não potencializável, de baixa magnitude e pequena relevância.

#### **8.1.2.3.9. Aumento de Arrecadação**

Desde o início da operação da lavra, será necessário adquirir materiais, insumos e equipamentos, assim como, contratar serviços de manutenção. Assim, pode-se prever um pequeno incremento da arrecadação de impostos vinculados à circulação de mercadorias e serviços (ICMS) no âmbito estadual, e sobre serviços (ISS ou ISQN) na esfera municipal, resultando em aumento de receitas para os cofres públicos.

Impacto econômico, positivo, indireto, de abrangência regional, imediato, permanente, não potencializável, de baixa magnitude e pequena relevância devido à quantidade estimada de materiais, equipamentos e insumos necessários.

### **8.1.3. Medidas Compensatórias**

Como medida compensatória da atividade de extração de areia no leito do rio Itajaí-Açu, a Prefeitura de Gaspar solicitou a aquisição de 1 (um) terreno pelo Sindicato dos Mineradores onde possa ser implantado um viveiro que produza 100.000 mudas/ano de espécies adaptadas para a recomposição da mata ciliar do rio Itajaí-Açu (SIEASC, 2007 com.pess).

Conforme entendimentos preliminares mantidos com o Sr. Célio Haveroth, Secretário de Agricultura do município de Gaspar, e com o Sr. Antônio Rodolfo Dias, assessor de Meio-Ambiente do mesmo município, a localização deste terreno seria indicado pela própria Prefeitura e teria uma metragem de aproximadamente 1.500m<sup>2</sup>. Uma vez implantado, o mesmo seria doado ao município que se encarregaria de sua manutenção. Este viveiro seria de grande utilidade ao Programa de Recuperação da Mata Ciliar, coordenado pelo Comitê Itajaí.

Além disto, a Prefeitura de Gaspar solicitou a doação de um barco de alumínio com 5m de comprimento, com motor de 15 hp. Esta embarcação seria utilizada por um funcionário da Prefeitura que se incumbiria de exercer a fiscalização das atividades minerárias do rio Itajaí-Açu, dentre outras.

## **9. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO**

### **9.1. INTRODUÇÃO**

Os problemas ambientais verificados na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu estão relacionados com o processo de ocupação do solo e da utilização econômica ocorrida ao longo dos últimos 150 anos (ITAJAÍ, 2002) ([www.comiteitajai.org.br](http://www.comiteitajai.org.br))

Devido as características do processo de colonização, que ocorreu seguindo o curso inverso do rio Itajaí, o solo foi intensamente usado, geralmente com práticas extremamente degradantes. Ainda aliados a estes problemas relativos ao uso do solo, somam-se os problemas ambientais urbanos e industriais da região.

Com a atenuação do êxodo rural e o assentamento não planejado de novos migrantes, o processo de ocupação de encostas e zonas ribeirinhas aumentou, resultando no aumento de contingente populacional em áreas de riscos.

A atividade de mineração de areia é intensa na região, e praticada em um ambiente bastante vulnerável. Um dos graves problemas ambientais da região é o constante desbarrancamento das margens ribeirinhas que surgiu com o processo de retificação do canal iniciado pelo extinto DNOS com o intuito de minimizar os efeitos das enchentes.

Com a retilinização de diversos trechos do rio, a velocidade de escoamento das águas fluviais aumentou a velocidade, iniciando os processos de erosão em determinadas áreas. Aliado a esta intervenção antrópica, deve ser considerado também o processo natural do rio. Quando ocorrem chuvas abundantes há o aumento do nível das águas, que após o encerramento deste evento de alta descarga pluvial, volta ao seu nível normal com velocidade de rebaixamento superior a 1m/dia, resultando em deslizamento das margens (Figura 9-1).



**Figura 9-1. Processos de desbarrancamento das margens na divisa dos municípios de Blumenau/Gaspar, iniciados em 1986 após a retificação do rio pelo extinto DNOS.**  
FONTE: CARUSO JR E.A. (2002a)

Estes processos de desestabilização de taludes é intensificado pela atividade de mineração quando esta realizada em desrespeito com os limites técnicos recomendáveis para uma lavra correta, além da legislação ambiental. A extração de areia realizada muito próxima as margens, e em profundidades inadequadas agravam o problema já existente.

## **9.2. ACOMPANHAMENTO DA SITUAÇÃO AMBIENTAL DA ATIVIDADE MINERÁRIA**

Devido a necessidade da revisão dos parâmetros até então adotados para o licenciamento e fiscalização da atividade de mineração de areia foi iniciado um processo de aprimoramento para a atual Instrução Normativa nº 7 da FATMA para a atividade de mineração no estado de Santa Catarina.

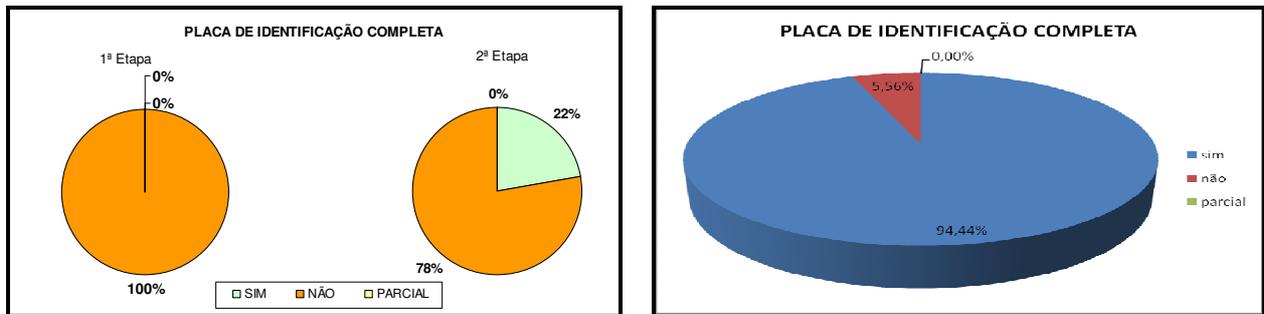
Este aprimoramento está sendo baseado nas normas do Termo de Ajustamento de Conduta – TAC firmado para a atividade de mineração na bacia hidrográfica do rio Tijucas/SC, que busca adequar os empreendimentos à nova realidade de sustentabilidade ambiental da atividade no estado.

Em se tratando dos avanços referentes a legislação ambiental para a mineração de areia, a bacia hidrográfica do rio Itapocú conta com um ofício emitido pela FATMA, o qual foi baseado no TAC da bacia hidrográfica do rio Tijucas e discutido em reuniões com o SIEASC. Já as atividades minerárias realizadas no rio Itajaí e não possuem legislação específica, sendo regida pela IN nº 7 da FATMA, a qual deve ser aprimorada.

Com base nos documentos supracitados, foi iniciado um programa de monitoramento ambiental o qual avaliou aspectos referentes à documentação da empresa; a segurança da área de extração de areia; aos processos que contribuam com a erosão, assoreamento e recuperação da cobertura vegetal da área; ao gerenciamento dos resíduos sólidos; ao comprometimento com a qualidade das águas no entorno da empresa; a saúde, segurança e bem estar do trabalhador.

De acordo com a proposta de legislação, para que a empresa esteja em conformidade com os aspectos legais, esta deve dispor de uma placa informativa (com a razão social da empresa, nome da mina e do responsável técnico, registro do DNPM e nº da LAO) fixada em área visível, além de manter no local de extração, documentos autorizativos para a atividade.

O atendimento a essas exigências apresentou uma adesão gradual, comparando-se as etapas do monitoramento e a situação atual (Figura 9-2).



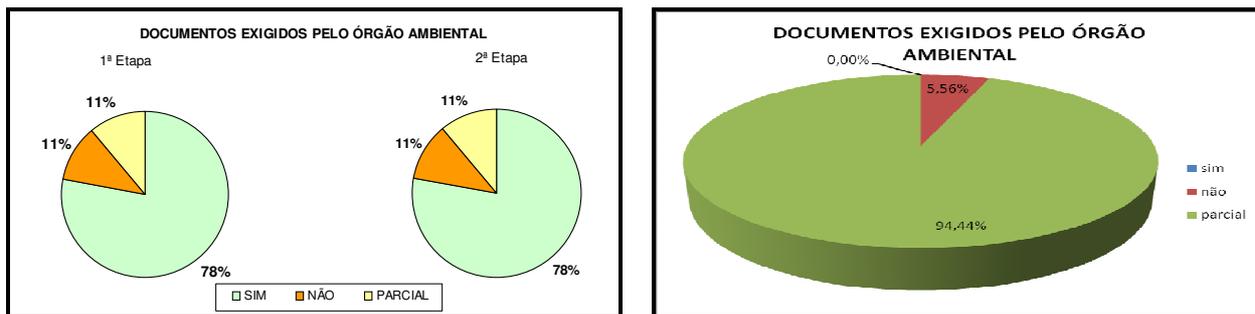
**Figura 9-2. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade.**  
 FONTE: adaptado de CARUSO JR E.A. (2006)

Salienta-se que, esforços conjuntos entre o SIEASC e os mineradores proporcionaram a padronização de placas indicativas conforme a Figura 9-3 abaixo.



**Figura 9-3. Placas de identificação instaladas em empresas mineradoras filiadas ao SIEASC.**

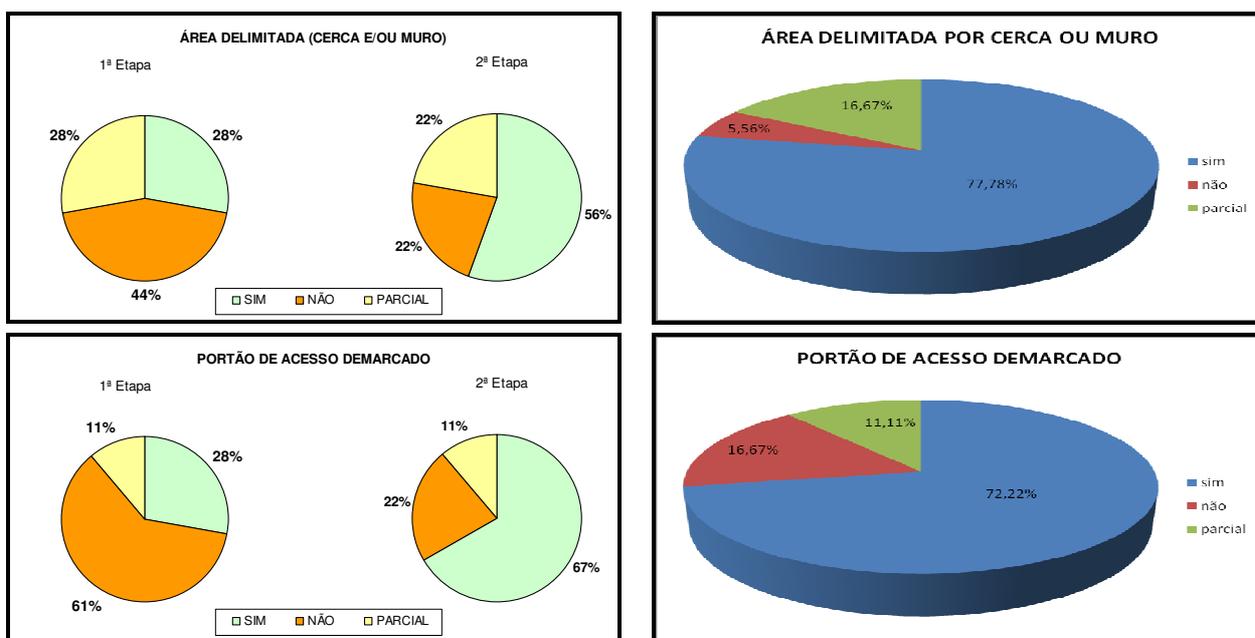
Em se tratando dos documentos, a lista abrange a Licença Ambiental de Operação, Licença (LAO) do DNPM, ART do Responsável Técnico, além de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para áreas em desativação. Com o processo de revisão destas exigências, viu-se como necessário agregar a exigência de um projeto executivo, que contenha um croqui da área de extração, contendo detalhamento das instalações sanitárias e gerenciamento de resíduos, e a implantação de um Plano de Controle Ambiental (PCA) para os empreendimentos em atividade.



**Figura 9-4. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade.**  
 FONTE: adaptado de CARUSO JR E.A. (2006)

A redução da percentagem de empreendimentos em conformidade com a proposta de legislação se justifica pelo fato de alterações na relação de documentos exigidos (inclusão do Projeto Executivo, bem como PCA) (Figura 9-4).

A segurança da área de extração foi avaliada em relação a presença de estruturas que inibam o acesso de pessoas não autorizadas à atividade (Figura 9-5).

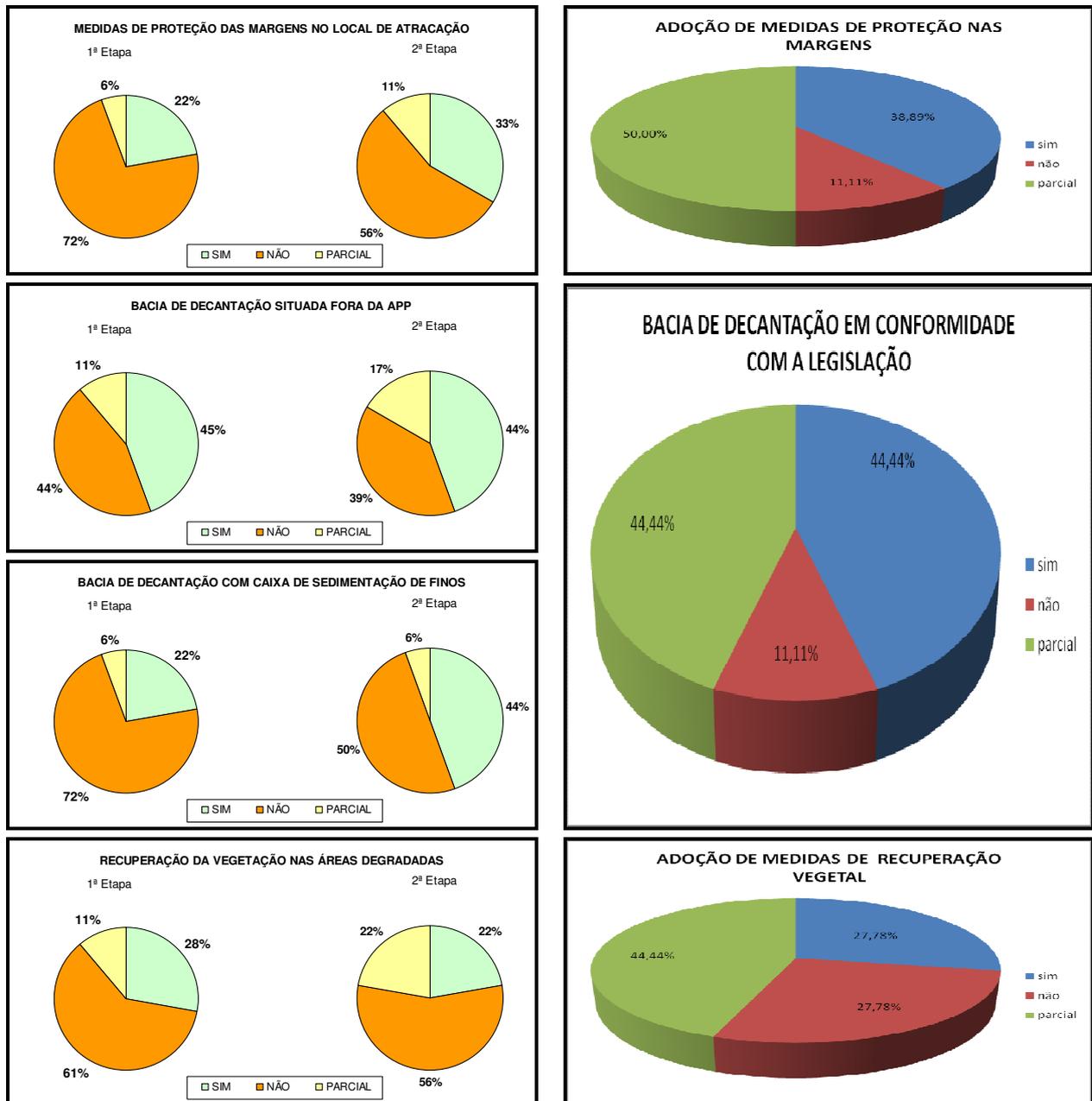


**Figura 9-5. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade.**  
 FONTE: adaptado de CARUSO JR E.A. (2006)

A categoria 'parcial' se aplica a estruturas que não apresentam boas condições de conservação, ou estão fora dos padrões exigidos pela norma adotada como referência (cerca de arame com altura inferior a 1,5 metros, por exemplo).

Em relação a adoção de medidas preventivas do processo de erosão e assoreamento das margens, bem como da revegetação de áreas degradadas, foram avaliados aspectos referentes a instalação de trapiches ou similares, as condições físicas da bacia de decantação (desde o local de instalação, a existência e eficiência da estrutura de contenção de finos) e as condições de recuperação vegetal (adoção de

mudas nativas, cultivo em viveiros próprios, indícios de regeneração natural) (Figura 9-6).



**Figura 9-6. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade.**  
 FONTE: adaptado de CARUSO JR E.A. (2006)

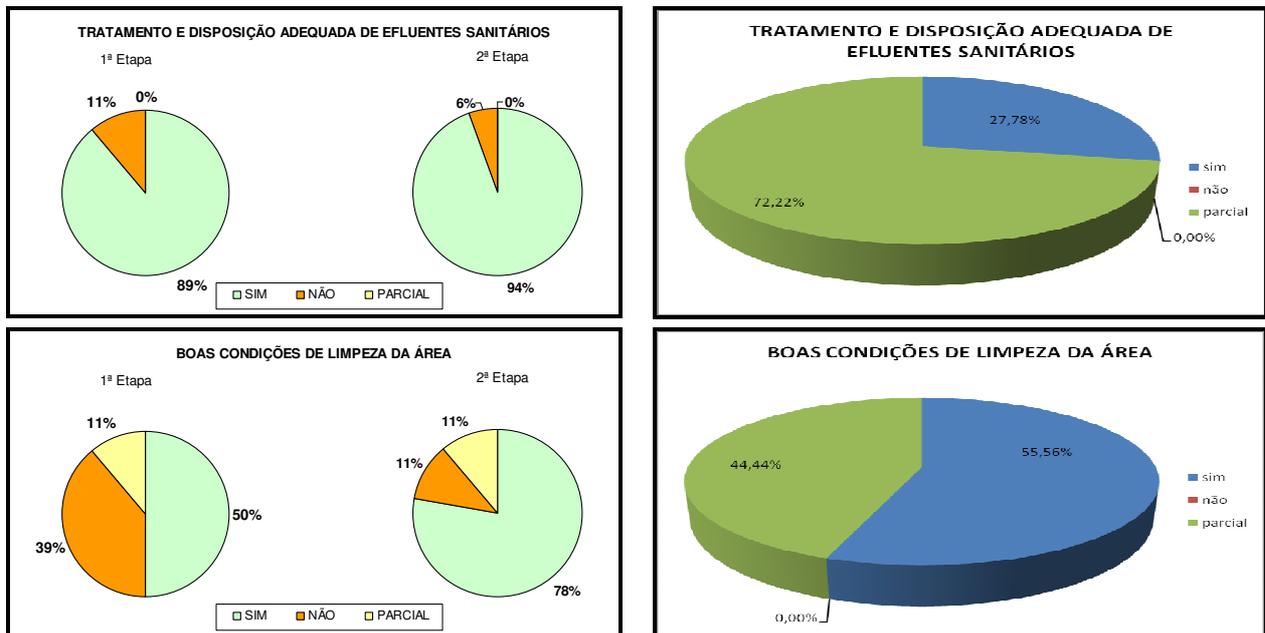
Observou-se melhoria nas condições ambientais referente à erosão e recuperação vegetal. Aproximadamente 30% empresas visitadas vem adotando medidas de recuperação vegetal. A parcela que adota medidas de proteção das margens, de forma eficiente, está próxima de 39%. Houve uma grande adesão de

estruturas de contenção de finos nas bacias de decantação, porém grande parte ainda permanece instalada em áreas de APP ou com estruturas de contenção ineficazes.

A manutenção da qualidade das águas, bem como a prevenção de sua poluição foi abordada com a avaliação dos sistemas de tratamento de efluentes adotado, a presença de resíduos sólidos acondicionados de forma irregular e a presença de um sistema eficaz de abastecimento e manutenção do maquinário (Figura 9-7 e Figura 9-8).

Quanto ao sistema de tratamento de efluentes gerados, o sistema de ‘fossa e sumidouro’ é utilizados pelas empresas na totalidade, porém a grande maioria não possui manutenção periódica e alguns empreendedores não souberam indicar o local exato da sua instalação. Os empreendimentos que correspondem a fração azul do gráfico apresentaram projetos e/ou certificados de execução de manutenção da estrutura sanitária.

A relação entre a presença de resíduos sólidos na área e a qualidade das água fundamenta-se na observação dos tipos de resíduos gerados nesta atividade. Geralmente os resíduos encontrados são compostos de ferragens oxidadas além de embalagens de combustíveis. Ambos resíduos podem contribuir com a contaminação do solo e das águas sub-superficiais e superficiais quando em contato direto com o solo nu, bem como sob ação das intempéries. Uma fatia superior a metade dos empreendimentos observados não apresentou resíduos depositados de forma irregular.

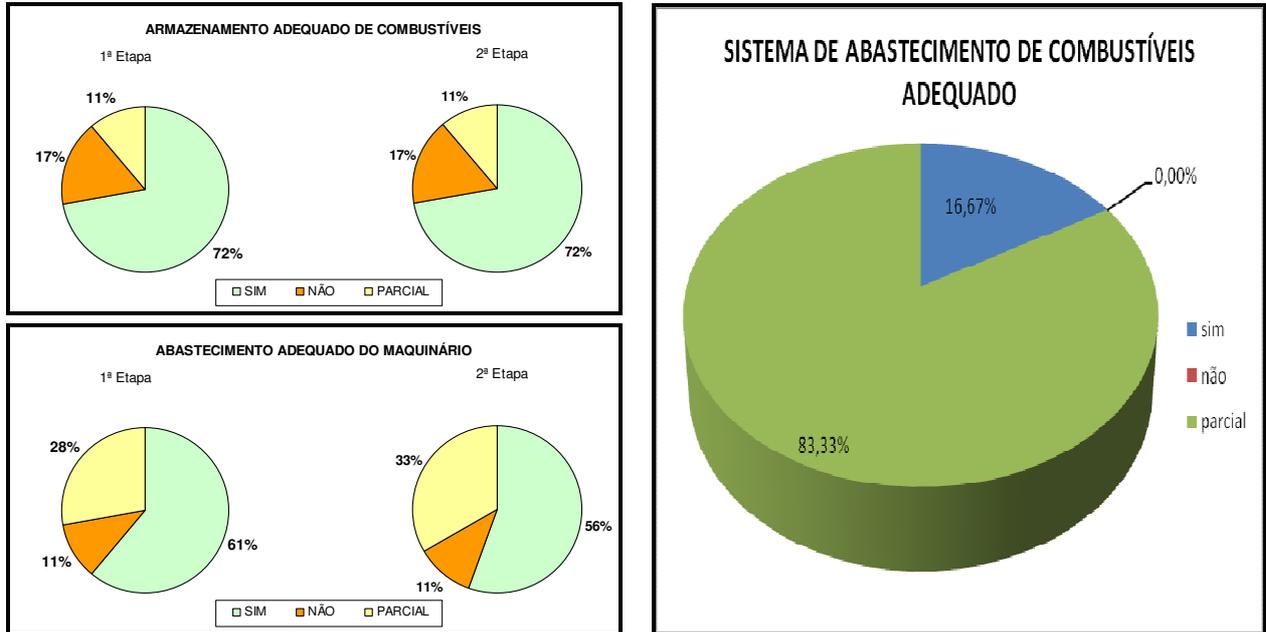


**Figura 9-7. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade.**

FONTES: adaptado de CARUSO JR E.A. (2006)

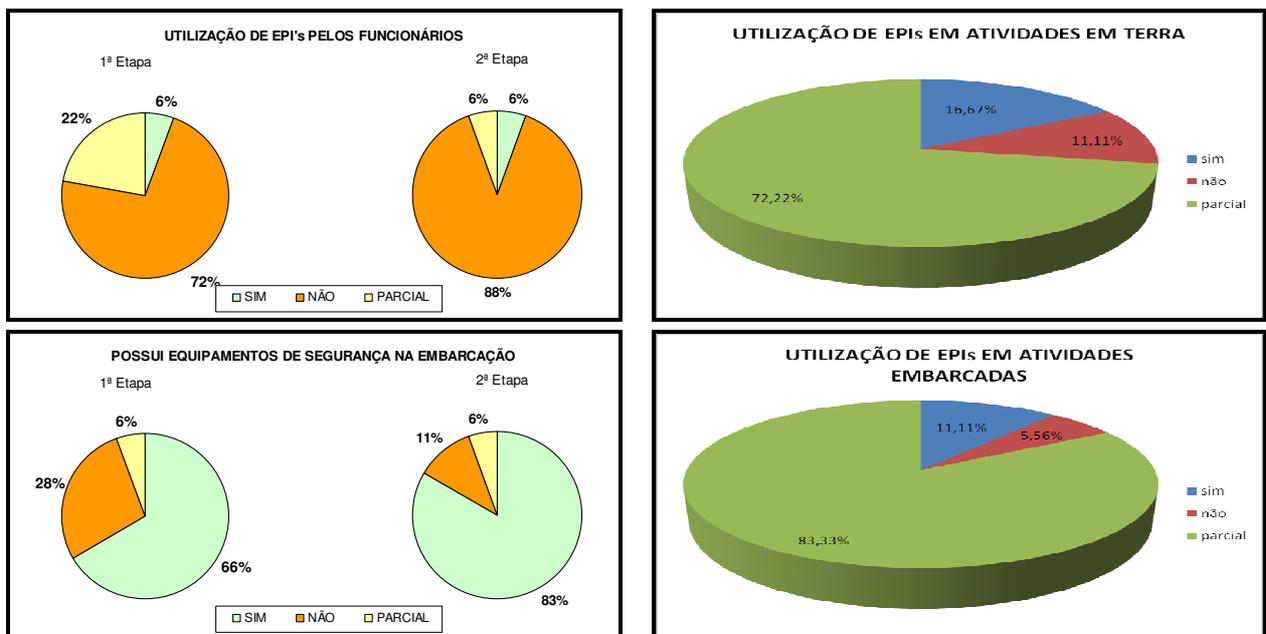
Um sistema de abastecimento considerado adequado para a atividade deve impedir o contato de óleos combustíveis e lubrificantes com o solo ou corpo hídrico. Para tal devem possuir um sistema de abastecimento adequado, tanque de

combustível em boas condições e com estrutura de contenção para vazamentos, rampa para manutenção dotada de sistema de separação de óleo e água.



**Figura 9-8. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade.**  
 FONTE: adaptado de CARUSO JR E.A. (2006)

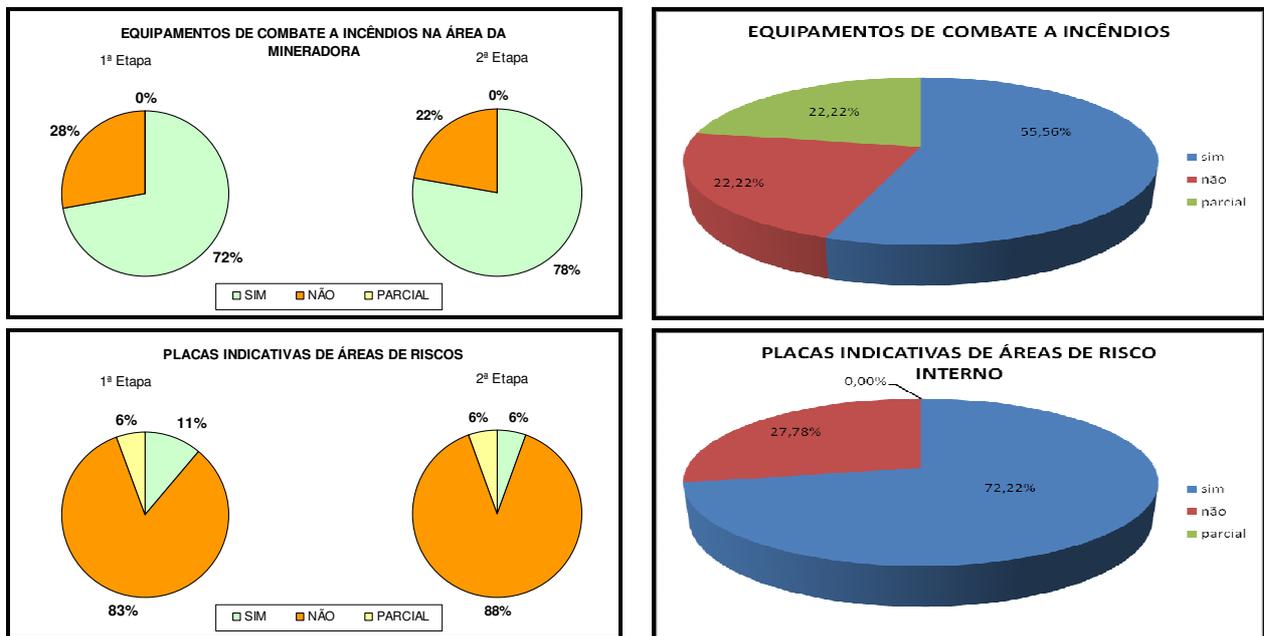
Os empreendimentos que receberam a classificação ‘parcial’, na sua maioria não possuem estrutura de manutenção com separação de água e óleo, além de apresentaram manchas de óleo no solo e na água, o que indica a adoção de métodos ineficazes contra vazamentos.



**Figura 9-9. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade.**  
 FONTE: adaptado de CARUSO JR E.A. (2006)

No exercer das atividades de mineração não é prática comum o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Embora a grande maioria dos funcionários utilize sapato, EPIs como protetores auriculares, uniforme apropriado e colete salva-vidas nas atividades embarcadas. O uso de capacete não é prática em nenhuma empresa (Figura 9-9). A utilização de sapato e protetor auricular é mais expressiva em atividades embarcadas.

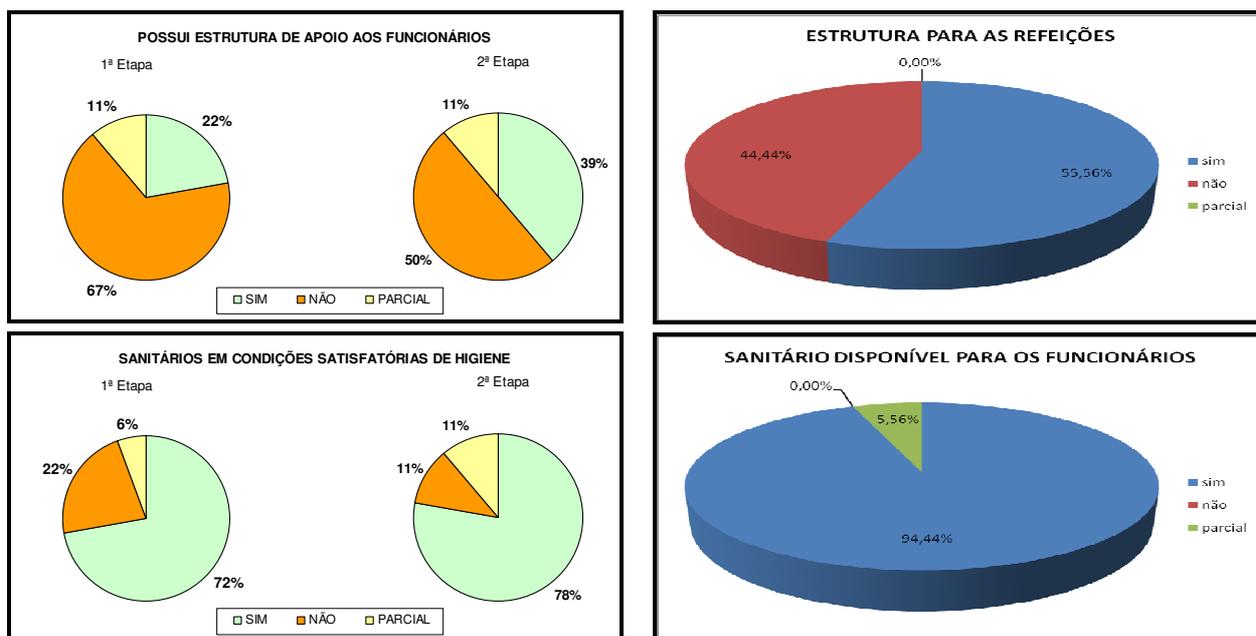
Ainda em relação a segurança dos funcionários, grande parte das empresas possuem equipamentos de combate a incêndios no local, porém há uma parcela dos empreendimentos que os mantém instalados em locais de acesso não facilitado, as vezes até obstruídos com objetos. Outro aspecto verificado foi a presença de placas indicativas de áreas de risco, como risco de afogamento, além de proibição de atividades como pesca (Figura 9-10).



**Figura 9-10. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade.**  
 FONTE: adaptado de CARUSO JR E.A. (2006)

A fim de proporcionar condições dignas para os funcionários, foi verificado a disponibilização de áreas de apoio, para que os funcionários possam realizar suas refeições, bem como descansar em horários determinados para tal. Em relação a estrutura para refeições, uma parcela das empresas adotam um sistema no qual seus funcionários realizam refeições em restaurantes localizados na circunvizinhança da empresa.

As empresas disponibilizam sanitários para uso dos funcionários, porém uma pequena parcela não dispõe de banheiros estruturados, os quais devem ser reestruturados e limpos freqüentemente (Figura 9-11).



**Figura 9-11. Comparativo da situação identificada nas 1ª e 2ª etapas de monitoramento ambiental das empresas mineradoras filiadas ao SIEASC, com a situação atual da atividade.**  
 FONTE: adaptado de CARUSO JR E.A. (2006)

## 10. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade de mineração de areia compõe uma importante fatia da política nacional de desenvolvimento econômico da região. Devido a utilização em larga escala deste agregado pela indústria da construção civil, a extração deste material vem sendo considerada pelo CONAMA como de interesse social.

Entretanto, não pode ser ignorado o fato desta atividade causar impactos ao meio ambiente. Como impactos negativos verificados na fase de operação, os impactos negativos estão ligados a qualidade do ar e conforto acústico, além de alterações na qualidade da água fluvial, poluição acidental, prejuízos a ictiofauna e aos ecossistemas bentônicos, eventuais acidentes rodoviários e possíveis conflitos com a atividade pesqueira da região. Como impactos positivos, apresentam-se a geração de empregos e de negócios e renda para o comércio local.

O acompanhamento da situação ambiental da atividade de mineração demonstra que ações de monitoramento ambiental, quando adotadas de forma correta, tem apenas a contribuir para a manutenção das condições ambientais locais.

Na ausência de uma legislação efetiva para a bacia hidrográfica objeto deste estudo, fica como sugestão a adoção de um protocolo simplificado, o qual deve conter medidas a serem adotadas como parâmetros, ou padrões a serem seguidos pelas empresas envolvidas na atividade.

Este protocolo deve abranger as questões que envolvam as questões legais e ambientais. Deve ser abordado a questão das licenças ambientais para a atividade, além de questões relacionadas a segurança da área da mineradora, resíduos sólidos,

erosão e assoreamento, qualidade das águas e saúde e segurança do trabalhador. Segue abaixo uma sugestão de itens necessários para tal protocolo:

- **LICENÇAS AMBIENTAIS:** para estar de acordo com as questões de licenciamento, as empresas devem manter na área da lavra, bem como nas suas embarcações, cópias da Licença Ambiental de Operação (LAO) com data válida, ou comprovante de renovação da mesma quando esta estiver com a data expirada; documento autorizativo emitido pelo DNPM com data válida, ou comprovante de renovação da mesma quando esta estiver com a data expirada; ART de profissional (ais) responsável (eis) pela frente de lavra; um projeto executivo que contenha a planta de situação da empresa, bem como projetos de sistemas de tratamento dos efluentes gerados (cloacais e oriundos de outras atividades como oficinas, por exemplo) além de plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS), devidamente assinado por profissional habilitado, com ART; além de um Plano de Controle Ambiental (PCA) para empresas com atividade na área em questão ou Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para empresas que estejam finalizando atividades em determinada área.

Para a identificação as áreas de lavras, as empresas devem disponibilizar placas com informações como: NOME DA EMPRESA, NOME DO RESPONSÁVEL TÉCNICO, NÚMERO DO REGISTRO NO DNPM e NÚMERO DA LICENÇA CONCEDIDA PELO ÓRGÃO AMBIENTAL ESTADUAL (FATMA).

- **SEGURANÇA DA ÁREA:** a área da mineradora deve ser delimitada com cerca de arame e possuir portão de acesso definido a fim de inibir o acesso de pessoas não autorizadas. Deve ser instituído um modelo de cerca padrão. Deve conter uma altura mínima (1,50m ou 1,80m) e modelo (tipo grade ou 8 fios de arame). Ainda neste item, deve ser abordada a questão da sinalização de áreas de risco. As empresas devem ser responsáveis por indicar áreas de riscos internas da empresa, bem como no trânsito externo da mesma. Para garantir segurança contra focos de incêndios, devem ser instalados equipamentos de combate a incêndios em locais determinados pelo corpo de bombeiros.
- **RESÍDUOS SÓLIDOS:** com a execução de um PGRS, o qual é fundamental no item de processos de licenciamento, a disposição inadequada de resíduos sólidos passará a não ser problema. Para tal, a empresa não deve apresentar resíduos sólidos depositados de forma incorreta nas suas áreas internas (próximo a bacia de decantação, escritório, garagem, oficina, etc)
- **EROSÃO E ASSOREAMENTO:** A fim de evitar a intensificação de processos erosivos, deve ser mantida uma distância mínima entre a margem do rio e a área de descarga de areia com vegetação nativa. Esta área deve ser classificada como APP. Porém após a aprovação da Resolução CONAMA nº369/07, a atividade de extração de areia passou a estar autorizada a remover essa vegetação. Diante deste quadro, deve ser feito um estudo de estabilidade

dos taludes nas margens do rio, no local de transbordo da draga, a fim de determinar uma distância mínima segura de vegetação que deve ser mantida. Deve ser instituída a obrigatoriedade de instalação de estrutura de proteção da margem no local de atracação das embarcações.

A bacia de decantação deve estar localizada além da área delimitada como de segurança para a manutenção da estabilidade do talude e deve ser dotada de estrutura para a contenção dos sedimentos finos que permanecem em suspensão junto à água utilizada no processo de descarga da draga. Estes sedimentos devem ser retidos nesta bacia a fim de evitar aumento da turbidez da água e processos de assoreamento do rio. Para a recuperação vegetal, devem ser adotadas espécies nativas da região a fim de conferir características mais próximas da natural.

- **QUALIDADE DAS ÁGUAS:** Para a manutenção da qualidade das águas, além da instalação e manutenção de um sistema de tratamento de efluentes gerados no interior da empresa, devem ser adotadas medidas preventivas no manuseio de combustíveis e óleos lubrificantes. A empresa deve garantir a adoção de um sistema eficaz de abastecimento, o qual não permita contato de combustíveis com o solo nu além de apresentar tanque de combustíveis em boas condições de conservação e dotado de estrutura para contenção de vazamentos acidentais. A garagem e/ou oficina deve ser dotada de piso de alvenaria impermeável. Para as empresas que efetuem trocas de óleos no local, deve ser instalada uma rampa dotada de caixa separadora de água e óleo. As embalagens devem ser armazenadas com tampa e na posição vertical em local dotado de piso e sob abrigo da ação das intempéries.
- **SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO:** A fim de garantir condições salubres de trabalho, as empresas devem dispor de estruturas para que seus funcionários possam realizar suas refeições, assim como descansar em horário de almoço. Na execução das atividades, todos devem fazer uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) (capacete, sapato, protetor auricular, uniforme adequado). Com o intuito de reduzir acidentes operacionais, fica a cargo do empreendedor realizar campanhas de prevenção de acidentes e manter o maquinário em boas condições de uso.

## 11. REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A. & JÚLIO Jr, H. F. 1996. Ameaça ecológica: peixes de outras águas. In: **Ver. Ciência Hoje**. 21(124): pp. 36-44.
- ALTHOFF, S. L. 1992a. **Inventário preliminar dos quirópteros da Reserva Biológica da Ilha do Arvoredo**. In: *Congresso Brasileiro de Zoologia*. Belém. Anais...Belém: Universidade Federal do Pará, p.150.
- ALTHOFF, S. L. 1992b. **Listagem preliminar dos quirópteros do Estado de Santa Catarina**. In: *Congresso Brasileiro de Zoologia*. Belém. Anais...Belém: Universidade Federal do Pará, p.188.
- BARRETO, M. L. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 215p.
- BIZERRIL, C. R. S. F. 1995. **Análise de distribuição espacial da ictiofauna de uma bacia hidrográfica do leste brasileiro**. BRAZIL ARCH. BIOL. TECNOL. 38(2): 477-499.
- BRAGAGNOLO, A. C.; SILVA, J. C.; JACKS, V.; HIRANO, Z. M. B. 1992. **Considerações gerais sobre a atividade matinal de um grupo de bugios *Alouatta* sp (Primata, Cebidae)**. In: *Seminário Catarinense de Iniciação Científica, Florianópolis*. Resumos...Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 170 – 218.
- BRAUN, P. C. 1973. **Sobre uma postura de *Caimam latirostris* (Daudin, 1802) (*Crocodylia-Alligatoridae*)**. Ilheringia, Série Zoologia, p. 4 - 50.
- BUCKUP, P. A. 1996. **Biodiversidade dos peixes da Mata Atlântica**. Workshop: “Padrões de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sudeste e Sul do Brasil”. Campinas, SP. (Texto disponibilizado via Internet através da Base de Dados Tropical (BDT) – Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello” no seguinte endereço: [www.bdt.org/bdt](http://www.bdt.org/bdt)).
- CARUSO JR E.A., 2002a - **Estudo de impacto ambiental da atividade de mineração de areia na bacia do rio Itajaí-Açu - Santa Catarina**.1222 p.
- CARUSO JR E.A., 2002b- **Estudo de Impacto Ambiental da Atividade de Mineração de Areia na Bacia do Rio Tijucas - Santa Catarina**.1734p.
- CARUSO JR E.A., 2006 - **Programa de Monitoramento da Atividade Mineradora de Areia e Cascalho na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu - RELATÓRIO II (ANO 2006)**. 204p.
- CARVALHO, A. L. 1955. **Os jacarés do Brasil**. Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro 42: p. 127 – 150.
- CARVALHO, V. C. de; RIZZO, H. G. 1994. **A Zona Costeira brasileira: Subsídios para uma avaliação ambiental**. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. Brasília, MMA.
- CIMARDI, A. V. 1996. **Mamíferos de Santa Catarina**. FATMA, Florianópolis, SC. 1º ed., 302 pp.
- DNPM. 2001. **Sumário Mineral Brasileiro**. Brasília, Diretoria de Desenvolvimento Mineral e Relações Institucionais., 124 p.

- DNPM. 2006. **Anuário Mineral Brasileiro**. Brasília, Diretoria de Desenvolvimento Mineral e Relações Institucionais.
- DUBOC, L. F. & INGENITO, L. F. S. 2001. **Avaliação Ictiológica do Alto Rio Itajaí-Açu: Influências da Barragem de Salto Pilão Sobre a Fauna Migratória**. Florianópolis, Socioambiental, Consultores Associados, LTDA.
- FONTANESI, D. F., POSSOBON, R. Z., TEIXEIRA, B. 2000. Caracterização preliminar da ictiofauna do Saco da Fazenda, Itajaí, SC, Brasil. *RESUMOS DA XIII SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA*. Itajaí, CTTMar-UNIVALI.
- GAN, M.A. 1992. Influence of southern oscillation (El Niño) on atmospheric circulation and precipitation over Brazil. *In: LACERDA, L. D.; TURCQ, B.; KNOPPERS, B.; KJERFVE, B. (Eds.) Paleoclimatic changes and the carbon cycle*. Rio de Janeiro, Soc. Brasileira de Geoquímica, pp. 13-20.
- GAPLAN/SC. 1986. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro. 173p.]
- GOOGLE, 2007 – **Software Gráfico para Geoprocessamento – Google Earth** <acessado em 17/10/2007>
- HOSTIM-SILVA, M., ANDRADE, J. P., CAFFÉ, A. & VICENTE, M. J. 1997. **Ictiofauna da foz do Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina, Brasil**. Resumos do XII Encontro Brasileiro de Ictiologia. São Paulo. p.148.
- INPH. 1984. **Estudos hidráulicos-sedimentológicos no estuário do rio Itajaí-Açu – 1ª campanha**. Rio de Janeiro, Instituto Nacional de Pesquisa Hidroviárias. Relatório Interno.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2001. **Censo Populacional/2000: dados preliminares**. CD-Rom.
- KLEIN, R. M. 1979. **Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. Sellowia, 32** – Anais Botânicos do Herbário “Barbosa Rodrigues” – Itajaí – SC. 370 pp.
- LUCENA, Z. M. S. & LUCENA, C. A. S. 1992. **Revisão das espécies do gênero Deuterodon Eigenmann, 1907 dos sistemas costeiros do sul do Brasil, com a descrição de quatro espécies novas (Ostariophysi, Characiformes, Characidae)**. *COMUM. MUS. CIENC. PUCRS* 5(1-12): 123-168.
- MALABARBA, L. R., REIS, R. E., VARI, R. P., LUCENA, Z. M. & LUCENA, C. A. S. 1998. **Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes**. Porto Alegre, SBI.
- MATTHEWS, W. J. 1998. **Patterns in Freshwater Fish Ecology**. New York, Chapman & Hall.
- MAZZOLI, M. 1993. **Ocorrência de Puma concolor (Linnaeus) (Felidae, Carnívora) em áreas de vegetação remanescente de Santa Catarina**. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 10, n 4, p. 581-587.
- MEDEM, F. J. 1958. **Informe sobre reptiles colombianos III. Investigaciones sobre la anatomia craneal, distribución geografica y ecología de Crocodylus intermedius (Gran) en Colombia**. *Caldasia* 8 (37): 175 – 215.

- MELO, E. J.; SCHIMIDT, V.; ZIMMERMANN, C. E. 1995. **Levantamento preliminar da mastofauna da floresta riparia do rio Itajaí-Açu, Blumenau/Santa Catarina.** *In Dynamis*. 3(12): 7-15.
- OLIMPIO, J. 1992. **Fauna terrestre: anfíbios, répteis, aves e mamíferos.** *In: Usina hidrelétrica de Salto Pilão – estudos ambientais de viabilidade.* Florianópolis. Relatório. Ambiental Consultoria e Planejamento Ltda. p. 9-12. 30p.
- OLIMPIO, J; ALTHOFF, S. L.; PERES, D. M. 1991. **Lista preliminar da bacia do Rio Cubatão, Joinville-SC.** Proveniente do RIMA DA UHE/CUBATÃO. *In: Congresso Brasileiro de Zoologia.* Resumos... Salvador: Universidade Federal da Bahia, p. 447, 577.
- ROSÁRIO, L. A. 1996. **As aves em Santa Catarina: distribuição geográfica e meio ambiente.** FATMA, Florianópolis, SC. 1º ed., 326 pp.
- SCHETTINI, C. A. F. & CARVALHO, J. L. B. 1998. Suspended sediment balance in the estuary of Itajaí-Açu river during a low discharge period. **In: Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 70: 325-334.
- SDM. 1997. **Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: diagnóstico geral.** Florianópolis, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. 163 p.
- SDM. 2001. **Anuário Estatístico de Santa Catarina 2001.** Página Eletrônica da Internet. <http://www.sde.sc.gov.br/>.
- SILVA, J. C.; BRAGAGNOLO, A.; JACQUES, V. L. S. S.; HIRANO, Z. M. B. 1993. Atividades matinais de um grupo de bugios (*Alouatta fusca*) em ambiente natural (Primata – Cebidae). **In: Jornada de Pesquisa da UFMS.** Resumos... Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, pp. 123-639.
- WAGNER, A. et. alli. **A eleição presidencial e a mineração.** Gazeta Mercantil. 20 de setembro de 2002. p. A3.
- YAMAGUTI, Y, SACCARDO, S. A., ALVARES, L. M. C. & MUTO, Y. 1994. Nécton dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo. *In: CASTELLO, J.P.* (Coord.). **Diagnóstico Ambiental Oceânico e Costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil; Oceanografia Biológica: Nécton.** Rio Grande.
- ZIMMERMANN, C. E. 1992. **Registros preliminares sobre movimentos migratórios de aves na região de Blumenau, Santa Catarina.** *In: Congresso Brasileiro de Ornitologia, 2. Resumos.* Campo Grande. p. 65. 110 p.
- ZIMMERMANN, C. E. 1999. **Avifauna de um fragmento de Floresta Atlântica em Blumenau, Santa Catarina.** *In Revista de estudos ambientais,* Blumenau, v.1, n. 3, p.101 – 112, set/dez.