

Ministério da Saúde

**FIOCRUZ**  
**Fundação Oswaldo Cruz**



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA  
SERGIO AROUCA  
ENSP

**“Aplicação do Sistema de Projeção de Poluição Industrial (Modelo IPPS): estudo de caso - bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba”**

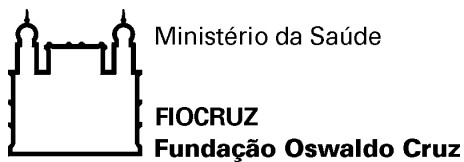
*por*

***Lilian Calazans Costa***

*Dissertação apresentada com vistas à obtenção do título de Mestre em Ciências na área de Saúde Pública e Meio Ambiente.*

*Orientador: Prof. Dr. Aldo Pacheco Ferreira*

*Rio de Janeiro, maio de 2010.*



*Esta dissertação, intitulada*

**“Aplicação do Sistema de Projeção de Poluição Industrial (Modelo IPPS): estudo de caso - bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba”**

*apresentada por*

***Lilian Calazans Costa***

*foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:*

**Prof. Dr. Judicael Clevelario Junior**

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Inês Echenique Mattos**

**Prof. Dr. Aldo Pacheco Ferreira – Orientador**

*Dissertação defendida e aprovada em 04 de maio de 2010.*

## FICHA CATALOGRÁFICA

Costa, Lilian Calazans

Aplicação do sistema de projeção de poluição industrial (Modelo IPPS): Estudo de caso – Bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, 2010

Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca.

Área de Concentração: Gestão dos Problemas ambientais e promoção da saúde

1. Poluição industrial
2. Baía de Sepetiba
3. Modelo IPPS
4. Gestão ambiental
5. Saúde pública
6. Saúde ambiental

**¶ O temor do SENHOR é o princípio do conhecimento; os  
loucos desprezam a sabedoria e a instrução.**

Provérbios 1:17

## AGRADECIMENTOS

Á Deus, por ter me dado meios de chegar até aqui, a Ele toda honra

A minha mãe, pelo apoio incondicional, tornando minha caminhada mais fácil

A minha irmã e ao meu pai pela grande ajuda e carinho

Ao meu querido André Luiz por todo o incentivo

Ao meu orientador Dr. Aldo Pacheco Ferreira pela orientação e atenção. Enfim conseguimos

Aos amigos Victor e Karen pelo grande auxílio nas saídas de campo

A Rosane Moreno do IBGE, pela atenção prestada todas as vezes que solicitada e pelo material cedido

Aos pesquisadores Dr<sup>a</sup>. Inês Echenique Mattos, Dr. Salvatore Siciliano e Dr. Judicael Clevelario Junior, por comporem a banca examinadora e pelas sugestões extremamente valiosas.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
1.1	Perguntas Conductoras	12
1.2	Justificativa	14
1.3	Objetivos	14
1.3.1	Objetivo geral	14
1.3.2	Objetivos específicos	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>15</b>
2.1	Estrutura industrial brasileira segundo os potenciais poluidores	15
2.2	Indústria, Saúde e Meio Ambiente	16
2.3	Investimentos em Controle Ambiental no Brasil	18
2.4	Bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba	19
2.4.1	Aspectos Históricos	19
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>22</b>
3.1	Caracterização do sítio de estudo	22
3.1.1	Bacia hidrográfica da baía de Sepetiba	22
3.1.2	Municípios Inseridos	23
3.1.3	Sub-bacias e rios constituintes	24
3.1.4	Baía de Sepetiba	26
3.2	O Método: Industrial Pollution Projection System (IPPS)	32
3.2.1	Construção do modelo IPPS	33
3.2.2	Aplicação da metodologia do IPPS	36
3.2.3	Correspondência ISIC x CNAE	37
3.2.3.1	Correspondência CNAE 1.0 x ISIC revisão 2	37
3.2.3.2	Correspondência CNAE 2.0 x ISIC revisão 2	37
3.2.4	Cálculo do coeficiente de intensidade de poluição	38
3.2.5	Indicadores de poluição	40
3.2.5.1	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	40
3.2.5.2	Sólidos totais em suspensão	41
3.2.5.3	Tóxicos da água	41
3.2.5.4	Metais tóxicos da água	41
3.2.6	Origem dos dados do levantamento industrial	42

3.2.7	Municípios integrantes	
3.3	Metodologia de Campo	42
3.4	Limitações metodológicas	45
3.5	Aspectos éticos	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1	Resultados obtidos na avaliação de 2005/2006	48
4.1.1	Demanda bioquímica de oxigênio	50
4.1.2	Sólidos totais em suspensão	52
4.1.3	Tóxicos da água	53
4.1.4	Metais tóxicos da água	55
4.2	Resultados obtidos na avaliação de 2008/2009	57
4.2.1	Demanda bioquímica de oxigênio	60
4.2.2	Sólidos totais em suspensão	62
4.2.3	Tóxicos da água	63
4.2.4	Metais tóxicos da água	64
4.3	Resultados obtidos na coleta de dados em campo	66
5	CONCLUSÃO	70
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
	Anexo 1 – Mapa das Regiões Hidrográficas do Estado Rio Janeiro	83
	Anexo 2– Lista de poluentes descritos no TRI	93
	Anexo 3 – Descrição abreviada da Classificação Nacional de Atividades Econômicas	94
	Anexo 4 - Dados descritivos referentes a coleta de campo	100
	Anexo 5- Mapa localização da bacia dos rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim	103
	Anexo 6- Mapa de localização das sub-bacias dos rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim	104

**LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS**

AIRS	Aerometric Information System
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EPA	U.S. Environmental Protection Agency
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
IPPS	Industrial Pollution Projection System
IPPUR	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional
IQ	Interquartile
ISIC	International Standard Industrial Classification of All Economic Activities
ISIC REV-2	International Standard Industrial Classification-Revision 2
LB	Lower bound
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
STS	Sólidos totais em suspensão
UP	Upper bound
TRI	Toxic Release Inventory



## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e industrial no mundo conduziu ao aumento da demanda por água e a uma exploração exacerbada da terra por atividades agropecuárias e de mineração. Tais explorações, associadas ao crescimento populacional, fizeram com que a degradação dos recursos hídricos atingisse um estágio crítico em todo o mundo, exemplificado pela escassez e poluição em diversas regiões.

O gerenciamento de recursos hídricos é tarefa difícil. O estabelecimento da carga de efluentes a ser lançada num corpo d'água deve ponderar dois extremos. De um lado o custo das instalações de tratamento dos efluentes, que aumenta com o grau de tratamento exigido, e de outro, a capacidade do corpo receptor, de assimilar esta poluição excedente, efetuando o tratamento final.

Os despejos de efluentes domésticos e industriais nos rios; o uso de fertilizantes e pesticidas; a degradação do solo pelo desmatamento; os aterros sanitários e a mineração são um dos principais agentes impactantes sobre os recursos hídricos no país (TUCCI et al., 2000).

Com relação aos efluentes industriais, os despejos contendo metais pesados, são considerados os maiores fatores antropogênicos de poluição em ambientes aquáticos. A ingestão desses metais pode provocar severos danos à saúde humana, como: desordens neurológicas, disfunções cerebrais, câncer e em casos extremos o óbito (FREITAS, 2001; GRANDJEAN, 2006).

Os impactos ambientais oriundos das diversas fontes de poluição citadas evidenciam a urgência de ações concretas de prevenção, controle, preservação e recuperação da qualidade da água dos corpos hídricos (HELDER, 1998; FREITAS et al., 2001). Nesse âmbito, as pesquisas científicas norteiam as ações de mitigação dos impactos nos recursos hídricos, potencializando sua eficácia.

No Brasil, há uma carência de informações sobre a emissão de poluentes pelas atividades industriais. Além disso, não existe um inventário nacional das indústrias potencialmente poluidoras, com dados referentes a quantidade de poluentes emitidos e sua localização. Os sistemas de monitoramento junto a fonte emissora são precários e/ou ausentes. Esses sistemas requerem pessoas especializadas e devem ser realizados continuamente o que torna o procedimento oneroso.

Neste contexto, onde dados sobre a poluição são escassos e o monitoramento das emissões não é realizado, as metodologias de estimativa de emissão de poluentes se apresentam como uma ferramenta extremamente importante. Através destas metodologias é possível delimitar zonas críticas de poluição e ranquear tipologias industriais mais poluentes, onde o poder público poderá concentrar seus esforços em ações de mitigação de poluentes. .

Apesar do papel fundamental por elas desempenhado, essas metodologias são limitadas, pois geram dados de poluição estimados, não refletindo a realidade precisa do ambiente. Portanto, elas não anulam a importância de mensurar a poluição junto à fonte emissora. Isto não reduz sua importância, uma vez que a proposta principal dessas metodologias é a identificação de zonas críticas de poluição

A metodologia de estimativa adotada nesse estudo é o 'Industrial Pollution Projection System' (IPPS), desenvolvido em 1987 por técnicos do Banco Mundial para estimar a intensidade de poluição industrial em países emergentes que têm pouco ou nenhum dado sobre poluição industrial, mas que têm informações relativamente detalhadas sobre pessoal ocupado, valor adicionado ou quantidade produzida em atividades industriais (HETTIGE et al.,1995).

Pretende-se com esse estudo de aplicação do Modelo IPPS avaliar a emissão de poluentes industriais na bacia hidrográfica da baía de Sepetiba.

## 1.1 PERGUNTAS CONDUTORAS

O estudo foi conduzido pelas seguintes perguntas:

- ✓ Qual o nível de poluição industrial da bacia hidrográfica da baía de Sepetiba?
  
- ✓ Pode ser efetiva na gestão ambiental a aplicação de modelos estimativos de poluição industrial?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Como no Brasil não há, até o momento, um inventário nacional das indústrias potencialmente poluidoras, a metodologia de estimativa e projeção de emissão de poluição vem se constituindo em um recurso ímpar para avaliar as emissões das indústrias, principalmente em regiões onde não há controle efetivo de poluição, evidenciando efeitos negativos sobre a população e sobre os recursos naturais. A região da baía de Sepetiba mostra pontos cruciais em que tal estudo pode contribuir de forma significativa na mitigação das ações antropogênicas.

No âmbito ambiental, a baía de Sepetiba é uma zona estuarina e de mangue, e um criadouro natural para as diversas espécies de moluscos, crustáceos e peixes.

No contexto social e de saúde pública, vem reiteradamente sendo agredida com lançamento de esgoto de origem domiciliar e industrial, sem tratamento em alguns pontos e com tratamento questionável na sua maioria e, por conseguinte, apresenta alta concentração de metais pesados na água, sedimentos e constituintes da fauna, dentre outros (FERREIRA, 2009).

No contexto econômico, destaca-se a localização estratégica da baía de Sepetiba: num raio de 500 km concentra cerca de 70% do PIB brasileiro (FIRJAN, 2005). O governo federal prevê ainda a instalação de novos complexos industriais na região. O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), entre seus objetivos, visa a ampliação do Porto de Sepetiba, interligação às principais rodovias federais, investimentos no Pólo Petroquímico de Itaboraí, programas de habitação e saneamento locais.

A quantificação da carga poluidora lançada nos corpos d'água é possível a partir dos dados obtidos sobre a produção, número de empregados e população residente nos municípios. Neste estudo, as estimativas das cargas poluidoras industriais são possíveis através da metodologia IPPS.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo geral**

- ✓ Estimar o nível de poluição industrial na bacia hidrográfica da baía de Sepetiba.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a) Estimar a carga poluente gerada pelas indústrias localizadas na bacia hidrográfica da baía de Sepetiba;
- b) Ranquear os setores industriais mais poluentes, dos municípios da bacia hidrográfica da baía de Sepetiba;
- c) Ranquear os municípios com maior potencial poluidor;
- d) Discutir quais as possíveis implicações dos poluentes estimados na saúde pública da população local.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Estrutura industrial brasileira segundo os potenciais poluidores**

No Brasil, até a década de 70, o seguimento industrial dominante era o das indústrias <sup>1</sup>tradicionais (classificação de acordo com Bonelli e Gonçalves, 1996). Com a crise do petróleo em 1974, o setor industrial foi impelido a passar por diversas transformações devido a crise econômica brasileira. O país, que possuía uma economia altamente dependente das importações, adotou uma política de aumento das exportações criando, em 1975, o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) com propósito de substituir as importações. A partir desse momento, o Brasil vivenciou um período tardio e massivo de desenvolvimento de algumas atividades industriais e o setor de bens intermediários começou a ganhar crescente participação econômica (HOBSBAWM, 1995; BARCELLOS, 2001).

A indústria de bens intermediários, composta pelos setores metalúrgico, papel e celulose, química e minerais não metálicos, é considerada por Torres (1996) como mais poluente e mais intensiva em recursos naturais do que a média das indústrias. Barcellos (2001) salienta que esse tipo de indústria incorpora padrões tecnológicos avançados para a base nacional, mas ultrapassados com relação ao meio ambiente. Segundo o autor, esse padrão de produção se mantém até os dias de hoje, ou seja, o país se especializou na produção de bens intensivos na emissão de poluentes e atualmente sofre com os problemas ambientais associados a essa especialização.

Carvalho e Ferreira (1992) analisaram as relação indústria-potencial poluidor na década de oitenta. O estudo envolveu a construção de índices de crescimento industrial segundo o seu potencial poluidor (alto, médio, baixo ou desprezível). Os resultados

---

<sup>1</sup> produtoras de bens de consumo não duráveis

demonstraram o crescimento das indústrias com maior potencial poluidor e indicaram a manutenção dessa tendência para os anos seguintes.

Young (1996) considera que o crescimento de indústrias mais poluentes em países em desenvolvimento pode ter sido favorecido por alguns fatores: menor custo de mão-de-obra, maior acesso aos recursos naturais, políticas governamentais que favorecem essas indústrias e baixo valor agregado do produto produzido.

Corroborando os dados de Young (1996), Ferraz e colaboradores (1997) fizeram uma análise da competitividade da indústria brasileira da década de noventa e constataram que, de acordo com a localização, as indústrias de bens intermediários tendem a se estabelecerem em países em que haja disponibilidade energética, recursos naturais e uma estrutura de transporte suficiente. Esses dados revelam a tendência da continuidade do crescimento das indústrias no Brasil, principalmente as de bens intermediários, setor com grande potencial poluidor.

Barcellos (2009) acrescenta que as atividades de exportação produzidas no Brasil são bem mais intensivas em poluição do que o restante da economia. Além disso, tanto as atividades de exportação, como a expansão do setor de bens intermediários não tem sido acompanhadas por um severo controle ambiental.

## **2.2 Indústrias, Saúde e Meio Ambiente**

A indústria se caracteriza por um conjunto de operações que visam transformar matérias primas em bens de consumo. Seu potencial poluidor é descrito como “a capacidade de gerar despejos que venham a se tornar agentes provocadores, direta e indiretamente, de poluição”, (MORENO, 2005).

A revolução industrial ocorrida na Inglaterra durante o século XIX é considerada o evento gerador de transformações. Provocando profundas mudanças na vida dos homens, na sua relação com o meio ambiente, nas condições da saúde humana e na sustentabilidade ambiental, (FRANCO, 1998).

As conseqüências ambientais decorrentes do padrão vigente de industrialização e de consumo já são problemas globais. O raio de ação dos riscos se expandiu, potencializando as degradações ambientais. Hobsbawn (1995), em “A era dos extremos”, aponta que os impactos sobre a saúde e o meio ambiente decorrentes dos atuais padrões de consumo são imensos e imprevisíveis, contudo a insustentabilidade desse sistema é previsível.

Os impactos da atividade industrial acontecem em todas as etapas do processo produtivo, desde a extração de *commodities*, passando pela geração dos resíduos durante o processamento até o descarte dos produtos pelos consumidores. A poluição industrial afeta todos os meios do ambiente, a saúde dos ecossistemas e a humana, (Barcellos, 2009).

O comprometimento da saúde humana devido ao resíduo industrial é freqüente e contínuo. Em Minamata, no Japão, dezenas de pessoas apresentaram quadros de intoxicação e morte após o consumo de peixe contaminado com mercúrio, (EKINO, 2007).

A ausência e/ou a precariedade de fiscalização, falhas no treinamento humano e no processo produtivo constituem cenários perfeitos para que ocorram acidentes industriais afetando a saúde da população e do meio ambiente, como o que ocorreu em Bhopal na Índia. Nesse acidente, ocorrido em 1984, foram liberados 42 toneladas de um gás tóxico (methyl isocyanate), expondo mais de 500 mil de pessoas. Estima-se que 25 mil pessoas



morreram desde que esse gás foi liberado, caracterizado como o pior acidente industrial do mundo, (LOONG WONG, 2008).

No Japão o metilmercúrio bioacumulado no ecossistema foi o agente causador de centenas de intoxicações no início da década de 50, na Baía de Minamata. Esse metal era despejado no ambiente via efluente de uma indústria química da Chisso Corporation. A população contraía uma severa intoxicação ao se alimentar com pescado contaminado por metilmercúrio. Esses casos ficaram conhecidos como a “Doença de Minamata”. A mortalidade atingiu 20% dos casos e os sobreviventes ficaram permanentemente incapacitados. Até 1977 foram registrados 2209 casos da doença além de 887 vítimas fatais. (MICARONI et al., 2000 ; GEORGE, 2001, EKINO, 2007).

O efeito da bioacumulação dos poluentes tende a agravar situações críticas de poluição industrial ao possibilitar o transporte dos contaminantes via teia alimentar para diversos níveis tróficos. Concentrações elevadas de metais e compostos organoclorados são pouco frequentes no meio natural, mas a sua retenção nos sedimentos causam uma contaminação a longo prazo dos ambientes aquáticos com conseqüências diretas e indiretas sobre os organismos encontrados nestes ecossistemas (MIRANDA, 2006).

### **2.3. Investimentos em Controle Ambiental no Brasil**

Apesar dos impactos da poluição industrial serem notórios, como citado anteriormente, a maioria das empresas declara realizar investimentos em controle ambiental, (Barcellos et al, 2009 ).

Barcellos e colaboradores (2009) analisaram a relação existente entre esses investimentos e as empresas cujas atividades possuem maior potencial poluidor, no período de 1997 a 2002. Os resultados demonstraram que os gastos relativos ao controle ambiental aumentaram de R\$ 10,5 bilhões de reais em 1997 para R\$ 22,1 bilhões em 2002. Em 2002,

metade das 27 divisões da CNAE (Classificação Nacional das Atividades Econômicas) responderam por 94,4% dos investimentos. Esse dado demonstra que se intensificou a concentração do investimento em controle ambiental em um conjunto menor de atividades

Outro dado relevante do estudo anterior foi a constatação de que empresas que mais investem em controle ambiental são as de grande porte (refino de petróleo, fabricação de álcool e fabricação de coque). Essas empresas compõem a categoria de bens intermediários e também são classificadas como de elevado potencial poluidor.

Segundo os autores, essa mudança no padrão de investimento das empresas de bens intermediários pode estar relacionada com: as pressões da sociedade, o crescimento da cultura por uma produção mais limpa, um maior rigor das leis ambientais e as exigências ambientais dos países importadores desses produtos

Embora esses investimentos não tenham levado uma redução efetiva de poluentes, pois as empresas de produção de petróleo são as principais responsáveis pelos maiores acidentes ambientais entre 1997-2002; são resultados que demonstram que a participação social e o cumprimento de normas ambientais regulatórias podem efetivamente contribuir para um maior investimento em controle ambiental.

## **2.4 Bacia hidrográfica da baía de Sepetiba**

### **2.4.1 Aspectos históricos**

Entre 1616 e 1759, os padres jesuítas habitavam a bacia hidrográfica de Sepetiba, sendo os proprietários da fazenda Santa Cruz, uma área com 2167 km<sup>2</sup>. Em 1729, os padres foram enviados para a Holanda para adquirirem conhecimentos de engenharia, época em que houve o início das obras de saneamento dos rios da bacia. Durante esse período foram abertos a vala do Itá e a do São Francisco a fim de extravasar as águas do Guandu.

Em 1759 os jesuítas foram expulsos do Brasil e todas as obras foram abandonadas e retomadas apenas em 1894, com a criação da Comissão de Estudos de Saneamento da Baixada do Estado do Rio de Janeiro.

Em 1905, houve a construção da Barragem e do Reservatório de Lajes, no Ribeirão das Lajes e da Usina Hidrelétrica de Fontes. Após esse período, diversos projetos e pesquisas foram organizados com o objetivo de sanear a baixada de Sepetiba.

Em 1933, Getúlio Vargas reestruturou a Comissão de Estudos de Saneamento da baixada dividindo a região em 4 áreas: Sepetiba, Guanabara, Araruama e Goytacazes. O objetivo era promover a colonização de cada uma das regiões através da agricultura.

A bacia hidrográfica de Sepetiba também foi alvo de várias obras para a geração de energia, destacam-se: as obras de desvio do rio Paraíba Sul-Piraí e a Usina Hidrelétrica de Nilo Peçanha.

Na década de 50 foi inaugurado o sistema Guandu de tratamento de água. Atualmente a Estação de Tratamento de Água do Guandu - ETA Guandu é a maior estação do mundo e produz cerca de 40 mil l/s, abastecendo os municípios do Rio de Janeiro, toda a Baixada Fluminense e Itaguaí com as águas do rio Guandu.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Aspectos históricos: baseado em SEMADS, 2001

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Caracterização do sítio de estudo

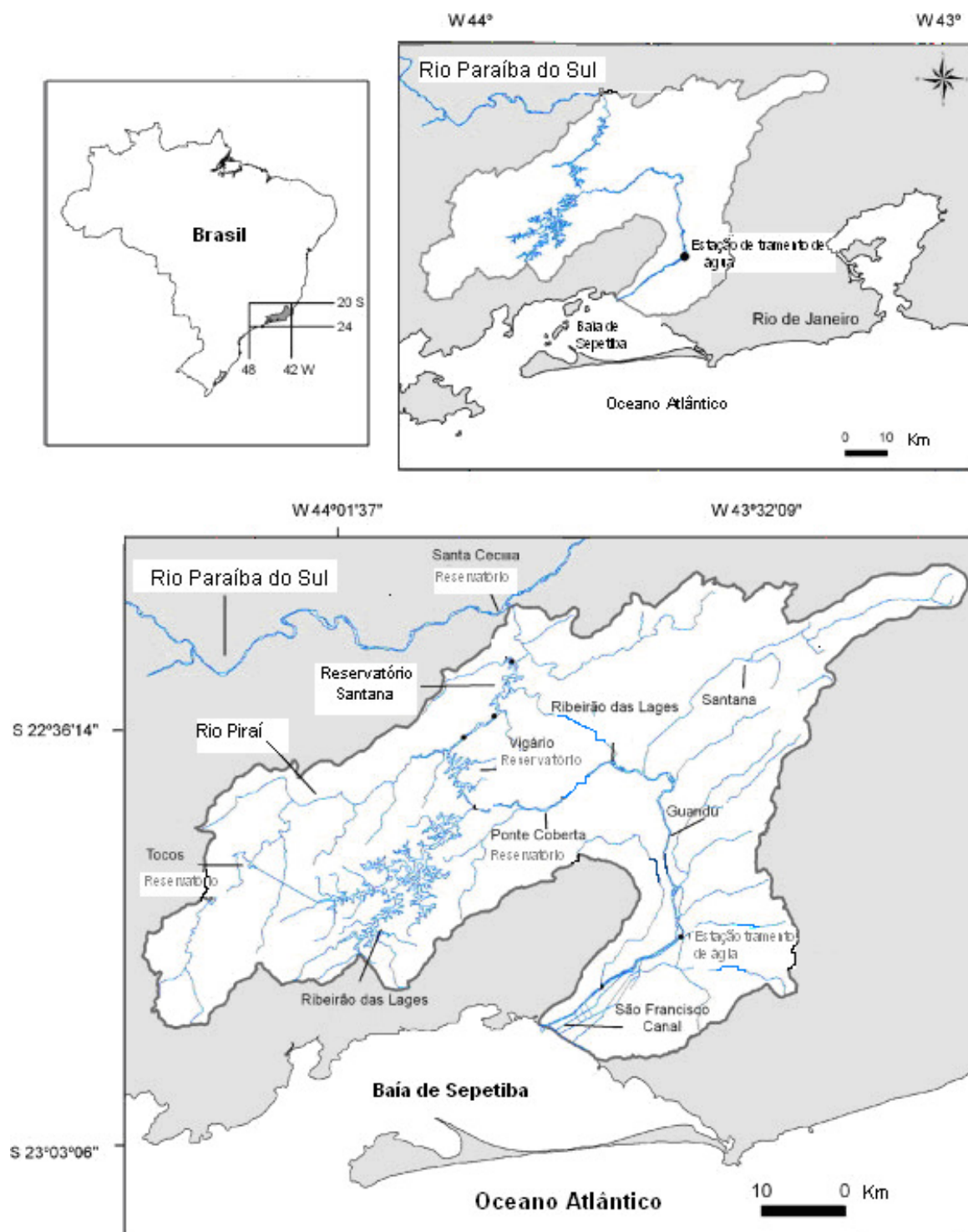
##### 3.1.1 Bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba

A bacia hidrográfica contribuinte da baía de Sepetiba ocupa uma área de aproximadamente 2.711 km<sup>2</sup>, equivalente a quase 4,5% da área total do estado do Rio de Janeiro. É delimitada no continente pela Serra do Mar (local da nascente dos rios que formam a bacia de drenagem do Guandu), pelos morros isolados que dividem a bacia da Baía de Guanabara e pelos maciços costeiros do Mendanha e da Pedra Branca (PROJETO INTERINSTITUCIONAL PORTO DE SEPETIBA, 1998).

A bacia hidrográfica da baía de Sepetiba foi remodelada pela transposição das águas do rio Paraíba do Sul, com a alteração no curso dos rios e o aumento da vazão.

O rio Guandu, importante afluente da baía, era formado apenas pela junção das águas do Ribeirão das Lajes com o rio Santana. Com o aumento da demanda de energia do complexo Light em Piraí, houve a necessidade da utilização das águas provenientes do rio Paraíba do Sul. Foram construídas barragens e usinas elevatórias, que possibilitaram a transposição da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu. Com isto, a vazão do rio Guandu passou de 20 m/s para cerca de 160 m/s (**Figura 1**), (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1998).

**FIGURA 1** Transposição do rio Paraíba do Sul



Fonte: SEMADS - Macroplano de Gestão e Saneamento Ambiental, 1998.

Esta bacia hidrográfica está inserida em dois conjuntos fisiográficos distintos: vertente da serra do Mar e uma extensa área de baixada, recortada por inúmeros rios, formando 5 regiões hidrográficas. (**Quadro 1**).

**QUADRO 1** Regiões hidrográficas e rios constituintes da bacia hidrográfica da baía de Sepetiba

Região Hidrográfica	Rios Constituintes	Afluentes	Tributários	
<b>LITORAL OESTE</b>	Córrego Caratucala, Rio Jacareí, Rio Grande, Rio Ingaíba	Rio Santo Antônio e Córrego do Babanai		
	Rio São Bráz	Rio do Patrimônio e Rio dos Bagres.		
	Rio da Lapa (ou do Saco)	Rio Malulu e Rio Banguela		
	Rio Sai	Córrego do Rubião		
	Córrego João Gago, Córrego da Praia Grande, Rio Muriquí (ou da Prata), Rio Catumbi, Rio Muxcongá ou da Fazenda, Rio da draga, Rio Botafogo, Rio Tingussu, Rio Timirim, Córrego Coroa Grande, Rio do Pereira, Córrego Vermelho, Córrego Briza-Mar			
	Rio Mazombinha-Cação	Rios Mazombinha, Pouso Frio e Mandi		
		Cal-Tuão ou Canal do Quilombo	Rio Meio Dia, Vaia do Brejo e Rio Piranema.	
<b>ITAGUAI</b>	Rio da Guarda - Canal do Santo Inácio	Vaiaão dos Bois	Córrego Águas Lindas, Vaiaão do China	
		Vaiinha		
		Canal Ponte Preta		
		Vaia do Sangue ou Canal Trapiche		
		Canal de Santo Agostinho		
		Ribeira o das Lajes (formador)	Contribuintes da Represa de Lajes: Rio Bonito, C. Morro Azul, Córrego Patricia, Córrego Recreio, Rio Passa Vinte, Rio Ponte de Zinco, Córrego Pedra Grande, Rio Pires, Rio da Prata, Rio Piloto, Rio Balsamo e Rio das Palmeiras	
	Ribeirão das Lajes - Rio Guandu - Canal de São Francisco	Afluentes a jusante da UHE Pereira Passos: Ribeirão da Floresta, Córrego do Bandá, Córrego Paraíso, Rio Saudoso, Rio dos Macacos, Vaia Jonas Leal, Rio Cacaria, Rio da Onça e Vaiaão do Areia		
	<b>RIO GUANDU</b>		Rio Santana	rios Fação, São João da Barra e João Correia Vera Cruz, Santa Branca e Cachoeirão e o Canal Paes Leme
			Rio São Pedro	
			Rio dos Poços	Rio Santo Antonio, Rio Douro, Canal Teófilo Cunha, Canal Quebra Coco ou Morto, Canal Pepino, Canal Anibal, Rio Queimadas e Rio Ipiranga
Rio Guandu Mirim - Canal de São Fernando		Rio Guandu do Sena, Prata do Mendanha-Guandu Mirim, Canais D.Pedro e Guandu	Rio Guandu do Sapê, Rio Capenga, Rio Guarajuba, Rio dos Cachorros e Rio Campinho	
Canal do Itá		Rio Cação Vermelho, Canal Ponte Branca, Vaia do Sangue, Vaia da Gotaba		
Rio das Flexas ou Canal Pau Flexas				
Rio do Ponto (ou Covanca)	Rio Piai			
<b>LITORAL LESTE</b>	Rio Piraquê-Cabuçu	rios da Prata, Caboclos, Peri-Peri, dos Porcos, Consulado, Morto, Cachoeira, da Balata, do Lameirão, do Gato, Cabuçu Mirim, Vaiaão das Cinzas, das Pedras e José Sena.		
	Rio Piracão			
	Rio Portinho	Canal do Portinho e os Rios Itapuca, Santo Antônio, Escola, Otaria, Gota Funda, Cabaceiro, Engenho Novo, Lavras, Vaia Domingos Ferro e Canal do Capitão.		
	Rio João Correia	Riacho do Campo de São João		
<b>RESTINGA DA MARAMBAIA E ILHAS DA BAIA</b>	Córregos e Lagoas da Restinga e das Ilhas			

Fonte: SEMADS - Macroplano de Gestão e Saneamento Ambiental, 1998.

A cobertura vegetal da bacia apresenta áreas remanescentes de vegetação nativa e em estágio de regeneração como: florestas, mangues, campos, pastagens e áreas agrícolas. As florestas são caracterizadas por fragmentos de vários tamanhos e estágios sucessionais, localizadas nos topos e encostas das serras e abrangem cerca de 40% da área da bacia.

O clima tropical úmido da região e os altos índices pluviométricos influenciam as forma do relevo e as alterações das rochas, facilitando a ação do intemperismo, (SEMADS, 2001). Aliado ao favorecimento geográfico para a erosão, a ocupação humana desordenada nas áreas de encostas potencializa o processo de assoreamento da região. O acúmulo de sedimentos no fundo das calhas fluviais impede o escoamento dos rios e acarreta o transbordamento desses em épocas de grande vazão.

A população da bacia hidrográfica foi estimada em 1,3 milhões em 1996, dos quais 60% correspondem à porção do município do Rio de Janeiro inserido na região (SEMADS, 2001).

### **3.1.2 Municípios Inseridos**

A bacia hidrográfica da baía de Sepetiba integra 14 municípios: Barra do Piraí, Engenheiro Paulo de Frontim, Itaguaí, Japeri, Mangaratiba, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Paracambi, Piraí, Queimados, Rio Claro, Rio de Janeiro, Seropédica e Vassouras, (**Quadro 2**), (**Anexo 1**), (SEMADS, 2001; Comitê de Gestão do Guandu).

Com exceção do município do Rio de Janeiro, o sistema de saneamento destes municípios é precário e/ ou inexistente. O esgoto doméstico é lançado diretamente nos corpos hídricos mais próximos ou em fossas sépticas sem sumidouro.

**QUADRO 2.** Municípios integrantes da bacia hidrográfica da baía de Sepetiba

Município	Área km <sup>2</sup>	% do Município incluído na Bacia	% da Bacia Incluído no Município	Atividades Econômicas
Barra do Piraí	582	-	-	Agropecuária e Indústria
Engenheiro Paulo de Frontim	139	43	2	Indústria e Comércio
Itaguaí	292	100	11	Indústria e Comércio
Japeri	82	100	3	Comércio
Mangaratiba	361	100	13	Comércio e Serviço
Miguel Pereira	288	88	9	Agropecuária, Comércio e Serviços
Nova Iguaçu	567	43	9	Indústria e Comércio
Paracambi	179	100	7	Comércio e Serviço
Piraí	584	20	4	Comércio
Queimados	78	100	3	Indústria e Comércio
Rio Claro	843	38	12	Agropecuária
Rio de Janeiro	1255	37	17	Indústria, Comércio e Serviços
Seropédica	253	100	9	Agropecuária e Comércio
Vassouras	554	2	0,5	Agropecuária e Comércio

**Legenda:** - dados não fornecidos

**Fonte:** SEMADS- Macroplano de Gestão e Saneamento Ambiental, 1998

**3.1.3 Baía de Sepetiba**

A baía de Sepetiba está localizada a aproximadamente 60 km da cidade do Rio de Janeiro. Essa região se insere no mais importante entorno geoeconômico do Brasil, num raio de 500 km abrange as cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte e Vitória e concentra as maiores atividades socioeconômicas do país. Considerada uma área potencialmente catalisadora de desenvolvimento do país; a localidade também concentra um dos principais pólos industriais do estado do Rio de Janeiro.

O perímetro da baía é de aproximadamente 130 km. Sua forma é alongada, limitando-se a Norte e a Leste pelo continente, ao Sul pela Restinga de Marambaia e a Oeste pela Baía de Ilha Grande. Seu maior comprimento é de 43 km no sentido leste-oeste e sua maior largura é de 17 km no sentido Norte-Sul. Possui profundidade média de 5 m, chegando a 30m próxima à Ilha de Itacuruçá. O fundo da baía é lodoso, na maior parte da área interna, com formações de silte, argila e poucas áreas de areia e cascalho na parte mais



externa e próxima da ligação com o mar (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1998; FEEMA, 2002).

A baía é cercada por áreas de mangue e zonas estuarinas, constituindo um criadouro natural para diversas espécies de moluscos, crustáceos e peixes. A atividade pesqueira é um importante suporte econômico e social para a região, seguida pela atividade turística (MELGES-FIGUEREDO, 1999; CUNHA & FERREIRA, 2006). Vários rios de pequenos volumes de água e canais de drenagem deságuam na baía, diluindo águas e trazendo aluviões e efluentes de poluentes diversos, oriundos de áreas domésticas e industriais dos municípios integrantes da bacia hidrográfica (REZENDE, 1998; FERREIRA, 2003). A maior contribuição de água doce para a baía é proveniente do canal de São Francisco que carrega águas originalmente desviadas do rio Paraíba do Sul (**Tabela 1**).

**TABELA 1.** Principais rios afluentes da baía de Sepetiba

<b>Rios/Canais</b>	<b>Descarga (m<sup>3</sup>/s)</b>
Rio Guarda	6.8
Canal São Francisco	89.0
Rio Guandú	8.8
Canal Itá	3.3
Rio Saco do Engenho	0.5
Rio Piraquê	2.5
Rio Caçã	1.1

**Fonte:** Cunha, 2006.

A atividade industrial desta região é responsável pelo lançamento de várias substâncias potencialmente tóxicas na baía de Sepetiba (MELGES-FIGUEIREDO, 1999; GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1998; ANA, 2001). No rio Guandu, um dos afluentes da baía, foi encontrado nível de enriquecimento dos elementos Argônio, arsênio, cádmio e mercúrio, considerados elementos de potencial perigo ao meio, causado

por lançamento de efluentes industriais sem tratamento eficaz (TEIXEIRA, 1998 *apud* KALE, 2001).

Não há um registro preciso quanto ao número de indústrias instaladas no entorno da baía de Sepetiba. Este número varia em torno de 400 indústrias dos setores metalúrgico, químico, têxtil, de bebidas, minerais não metálicos e editoriais.

Os principais elementos metálicos encontrados em concentrações muito elevadas na baía de Sepetiba são: zinco e cádmio e, em menores concentrações: chumbo, cromo, cobre, níquel e mercúrio (SEMADS, 2001; MOLISANI et al., 2004, PARAQUETTI et al., 2007).

Toda esta expansão industrial e urbana resultou numa série de impactos ambientais na baía. A contaminação da baía para alguns metais, como o Zn, já excede os níveis aceitáveis pelo CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente).

A região sofre com graves problemas de saúde pública em virtude da poluição industrial e falta de saneamento. Alguns estudos têm sido realizados a fim de mensurar os níveis de contaminação na baía de Sepetiba e seus impactos no ecossistema da região (FERREIRA, 2009). Azevedo (2001) realizou um estudo sobre a ocorrência de hepatite A e as condições de balneabilidade da baía de Sepetiba. Os resultados sugerem haver uma relação entre os fatores.

Outro estudo, realizado com pequenos cetáceos, relatou a ocorrência de fraturas e traumas ósseos em 47,2% dos esqueletos de *Sotalia guianensis* encontrados na baía de Sepetiba. Das 167 fotos desse animal retiradas na baía de Sepetiba, 25% retrataram infecções de pele, deformações corpóreas, além de traumas causados pela colisão com

embarcações. Elevados índices de contaminação industrial e doméstica na região contribuem para o péssimo estado de saúde da espécie (VAN BRESSEM et al., 2007).

Os poluentes oriundos da atividade agropecuária são outra fonte de poluição da baía de Sepetiba. Os municípios inseridos na bacia hidrográfica da região possuem uma grande parcela de suas terras voltada para a agricultura e pecuária. As regiões de Itaguaí e de Santa Cruz destacam-se pela fruticultura e oleicultura (SEMADS, 2001). Segundo PINTO (2005), em toda região os defensivos agrícolas e carrapaticidas são amplamente utilizados. A utilização de fungicidas (hidróxido de cobre), inseticidas (fosfeto de alumínio), herbicidas (glifosato 2,4D; 2,4 DB, derivados de MCPA) é frequente.

A baía de Sepetiba também sofre com os problemas de eutrofização, especialmente em pequenas enseadas, nas áreas mais próximas à linha de costa e nas áreas de influência das desembocaduras dos rios, afetada diretamente pela poluição orgânica (MELGES-FIGUEIREDO, 1999; FERREIRA, 2003).

O aumento das concentrações de nitrogênio e fósforo nos corpos d'água favorece o crescimento do fitoplâncton. Com a transformação características do ecossistema ocorre uma mudança na diversidade de espécies. Seres mais adaptados a águas poluídas começam a exercer predomínio sobre outras espécies, (MELGES-FIGUEIREDO, 1999; CUNHA et al., 2006).

### **Cia Ingá Mercantil**

Um dos passivos ambientais relacionados à poluição industrial da região deve-se a Cia Mercantil Ingá, instalada na Ilha da Madeira, próximo ao Porto de Sepetiba. Construída em 1962, a empresa era responsável pelo processamento de minério para a

produção de zinco de alta pureza. O processo produtivo gerava grandes quantidades de resíduos estocados nos pátios da empresa, cercados por dique de contenção.

A pilha de estocagem de rejeito chegou a ter 25 m de altura, enfraquecendo a parede externa do dique e aumentando sua instabilidade. Em Fevereiro de 1996, em virtude dos altos índices pluviométricos, o dique se rompeu e 50 milhões de litros de resíduos tóxicos foram liberados para a baía de Sepetiba, comprometendo todo o ecossistema da região. Esses resíduos eram ricos em metais pesados, tais como cádmio.

Ao decretar falência em 1998, a empresa abandonou 390 mil m<sup>3</sup> de efluentes líquidos, que ocupavam uma área de 260 mil m<sup>2</sup>. Outros vazamentos continuaram a ocorrer, principalmente em épocas de fortes chuvas.

Em 2005, pesquisadores do Instituto de Química da UFRJ declararam que a quantidade de zinco encontrada nos sedimentos da baía de Sepetiba era 300 vezes maior que a tolerada pelo CONAMA.

Em junho de 2008, o terreno da Cia Ingá de Metais foi adquirido em leilão pela Usiminas, cabendo à mesma a descontaminação do terreno e o envelopamento dos resíduos tóxicos restantes.

A ingestão de cádmio provoca sérias doenças ao organismo humano, podendo se acumular lentamente nos tecidos do corpo, ossos, fígado, rins, pâncreas e tiróide. Já o zinco, também cumulativo, causa sérios problemas na fisiologia, principalmente dos peixes, tornando-os impróprios para o consumo. A população local, ao se alimentar sistematicamente desses peixes contaminados, pode adquirir problemas de pele e mucosas.

Os dados de monitoramento da baía de Sepetiba confirmam a contaminação dos sedimentos por elementos-traço, em concentrações muito elevadas, principalmente o

cádmio e o zinco, potencialmente perigosos. Os demais metais, como chumbo, cromo, cobre, níquel e mercúrio apresentam, esporadicamente, níveis elevados de concentração, devendo ser adotadas medidas de controle para evitar maiores danos ambientais. (Pinto, 2005).

### **3.2 O Método: Industrial Pollution Projection System (IPPS)**

O IPPS é um sistema de estimativa de intensidade de poluição industrial, criado em 1987 por técnicos do Environment Infrastructure Agriculture Division - Policy Research Department – PRDEI, do Banco Mundial, para responder a insuficiência de informações relacionadas à intensidade de poluição industrial e auxiliar nas políticas e planos de ação dos países em desenvolvimento (HETTIGE et al., 1995). Esse sistema está baseado no fato de que a poluição industrial é afetada pela escala de atividade industrial, sua composição setorial e pelo processo tecnológico utilizado na produção.

#### **3.2.1 Construção do modelo IPPS**

O sistema IPPS foi desenvolvido com dados de 200.000 indústrias de dos Estados Unidos, do Censo Industrial Americano (Manufacturing Census) e com os dados de emissão de poluentes registrados na EPA na década de 80. Ele engloba aproximadamente 1500 categorias de produção e centenas de poluentes (**Anexo 2**).

A base de informações da EPA, utilizada no modelo do IPPS, possui quatro bancos de dados: o Toxic Release Inventory (TRI), o Aerometric Information System (AIRS), o National Pollutant Discharge Database (NPDES) e o Human Health and Ecotoxicity Database (HHED).

O Toxic Release Inventory (TRI) contém informações sobre a emissão anual de produtos químicos, regulamentado pela lei americana de 1986 “Emergency Planning and Community Right-to-know Act”, cujo propósito era: (i) informar a comunidade dos potenciais riscos químicos e (ii) prover um planejamento para acidentes químicos. O relatório do TRI, na data de criação do IPPS, era requerido por todas as indústrias que atendiam as seguintes condições:

- ❖ Produção/ importação/ processamento de 25.000 libras ou mais, de qualquer produto inventariado pelo TRI;
- ❖ Envolvimento em alguma atividade manufatureira;
- ❖ Empregar 10 ou mais funcionários, em regime de tempo integral.

O relatório deve ser entregue anualmente contendo todas as substâncias, listadas pelo TRI, que tivessem sido liberadas para os meios: ar, água e solo; tanto em atividades de rotina, quanto ocasionalmente em algum acidente.

O Aerometric Information System (AIRS) é o sistema nacional de gerenciamento americano da qualidade do ar, dividido em três subsistemas:

- ❖ Geographic/ Common subsystem;
- ❖ Air quality subsystem;
- ❖ Air facility subsystem.

O Air facility subsystem contém algumas substâncias químicas e parâmetros além dos listados no TRI, tais como: dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), material particulado (PT), particulados finos (PM<sub>10</sub>) e compostos orgânicos voláteis (COV).

O National Pollutant Discharge Database (NPDES) contém informações do automonitoramento de indústrias com permissão da NPDES para a descarga de efluentes na água. Essa base de dados integrava o monitoramento mensal de 60.000 instalações industriais, com mais de 2.000 parâmetros reportados. Alguns dos principais parâmetros reportados são: a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), os Sólidos Totais em Suspensão (STS), o pH e a Temperatura.

A partir do cruzamento entre essas bases de dados, foi construído o coeficiente de intensidade de poluição utilizado pelo método. Para cada setor industrial há um coeficiente de poluição específico.

O IPPS possui coeficientes de intensidade de emissão de poluentes para os meios: água, ar, e solo. Cada um desses meios possui os parâmetros de poluição determinados (**Anexo 1**):

- ❖ Para água: demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais em suspensão, metais tóxicos e tóxicos da água.
- ❖ Para o ar: emissões de dióxido de nitrogênio, monóxido de carbono, dióxido de enxofre, particulados totais, particulados finos e compostos orgânicos voláteis.
- ❖ Para o solo: tóxicos do solo e metais tóxicos do solo.

Nesse trabalho foram adotados os parâmetros de poluição para água, por se tratar de um estudo em uma bacia hidrográfica.

Os coeficientes de intensidade de poluição são divididos em três categorias: “Lower bound” (LB), “Upper bound” (UP) e “Interquartile” (IQ). Os coeficientes LB englobam todas as indústrias, incluindo as que não fornecem relatório para EPA, por se enquadrarem abaixo do limite padrão estipulado de emissão. Os coeficientes UP foram construídos reunindo apenas as indústrias que fornecem relatório de emissão para a EPA. Os coeficientes IQ consideraram as indústrias cuja emissão estava na faixa do segundo e terceiro quartil, abandonando as demais emissões.

Nesta dissertação optou-se pelo uso do coeficiente “Lower bound”, por agregar uma maior quantidade de dados industriais. Além disso, esse coeficiente também já foi utilizado em trabalhos anteriores: Moreno (2005) e Relatório Piloto com Aplicação da Metodologia IPPS ao Estado do Rio de Janeiro, IBGE (2008).



### **3.2.2 Aplicação da metodologia do IPPS**

Como a classificação industrial empregada no modelo IPPS é diferente da classificação brasileira, para a aplicação da metodologia IPPS são necessários alguns ajustes.

A ISIC 'International Standard Industrial Classification of All Economic Activities' é a classificação internacional de atividades econômicas. A classificação industrial americana segue essa classificação. No Brasil a classificação utilizada é a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).

Para que os coeficientes emissão de poluentes do IPPS, dados por tipologias industriais, sejam atribuídos a indústria brasileira foi necessário efetuar a correspondência entre esses dois sistemas de classificação: ISIC e CNAE.

### **3.2.3 Correspondência ISIC x CNAE**

Atualmente a ISIC está na revisão 4. O IPPS, por ter sido construído em 87, utiliza a ISIC revisão 2.

Nesta dissertação foram utilizados dados industriais referentes aos anos de 2005/2006 e de 2008/2009. No período de 2005/2006 a classificação adotada foi a CNAE 1.0, no período de 2008/2009 a classificação adotada foi a CNAE 2.0. Assim, foi necessário fazer a correspondência:

- a) CNAE 1.0 → ISIC revisão 2
- b) CNAE 2.0 → ISIC revisão 2

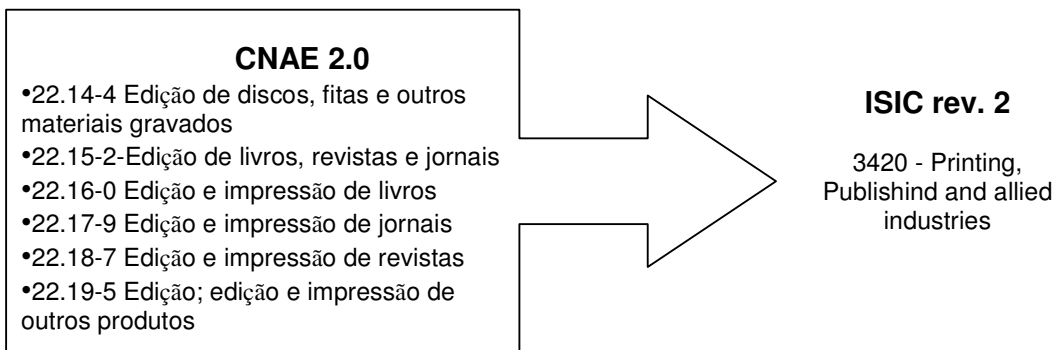
### 3.2.3.1 Correspondência CNAE 1.0 x ISIC revisão 2

Em 2008 o IBGE publicou o “Relatório piloto com aplicação da metodologia IPPS ao estado do Rio de Janeiro”. Nesse relatório foi publicada a correspondência entre a CNAE 1.0 e ISIC rev. 2, adotada nessa dissertação.

### 3.2.3.2 Correspondência CNAE 2.0 x ISIC revisão 2

A correspondência entre CNAE 2.0 e ISIC rev.2 não foi realizada em nenhum trabalho até o momento desta dissertação. Esse procedimento requer um conhecimento técnico especializado, dado que a CNAE é mais detalhada que a ISIC. Por exemplo, na CNAE o grupo de “edição e impressão” possui cinco classes, seu correspondente na ISIC possui apenas 1 classe (**Figura 2**).

**FIGURA 2** Correspondência entre CNAE 2.0 e ISIC rev.2



Dessa forma a correspondência foi feita adotando-se o seguinte procedimento:

1. Listagem de todos os setores industriais do banco de dados de 2008/2009
2. Correspondência da classificação CNAE 2.0 → CNAE 1.0
3. Correspondência entre CNAE 1.0 → ISIC rev. 2.

A etapa 2 só foi possível, porque a correspondência entre o sistema de classificação antigo e o atual está disponível no site da Comissão Nacional de Classificação (CONCLA).

Para uma maior clareza na apresentação dos resultados, todas as indústrias foram agrupadas de acordo com a classificação resumida da CNAE 1.0, obtida de Moreno (2005) e apresentada no **Anexo 3**.

### 3.2.4 Cálculo do potencial de poluição

O potencial poluidor industrial é a razão entre o coeficiente de intensidade poluição do IPPS e uma medida da atividade industrial (**Tabela 2**). Essa medida poderá ser o valor de produção industrial ou o número de empregados

Nesta dissertação optamos por trabalhar com o número de empregados, por ser um valor mais facilmente obtido e por não necessitar de nenhum ajuste, como ocorreria no caso do emprego do valor de produção. Como essa metodologia foi criada em 1987 os valores de produção datam desse período. Para adequação a realidade brasileira seriam necessários vários ajustes como os relativos a inflação e as variações da taxa de cambio do período, o que dificultaria a execução dessa dissertação.

**TABELA 2.** Cálculo da intensidade de poluição

<b>CNAE 1.0</b>	<b>Descrição atividade - CNAE</b>	<b>ISIC Rev. 2</b>	<b>Nº Empregados</b>	<b>Coeficiente do potencial de poluição* DBO</b>
2411	Fabricação de cloro e álcalis	3511	1200	1.255.449 libras/ano

**DBO-** Demanda Bioquímica de Oxigênio

**Coeficiente do potencial de poluição\*-** para cada 1000 empregados

➤ Calculando o potencial de poluição para DBO de acordo com a tabela:

$$(1.255.449) \div (1000) \times 1200 = 1.506.538 \text{ libras}^{**} / \text{DBO ano}$$

$$** 1 \text{ libra} = 453,59 \times 10^{-6} \text{ toneladas}$$

A indústria de Fabricação de cloro e álcalis do exemplo anterior tem o potencial para emitir 1.506.538 libras/DBO por ano.

### **3.2.5 Indicadores de poluição**

Os indicadores ou parâmetros de poluição da água utilizados nesta dissertação foram: demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais em suspensão, metais tóxicos da água e tóxicos da água, medidos em t/ano.

#### **3.2.5.1 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)**

A DBO é a quantidade de oxigênio consumida por microorganismos durante um período de cinco dias, em uma temperatura de 20°C. Este indicador de poluição é largamente utilizado, dado a importância do oxigênio dissolvido dentro dos ecossistemas aquáticos.

Os poluentes orgânicos, ao atingirem um corpo hídrico, são oxidados naturalmente por microorganismos. A demanda biológica gerada pela decomposição de poluentes remove o oxigênio da água. Este evento compromete os organismos adaptados a um alto nível de oxigênio e favorece a proliferação de outros.

Baixas concentrações de oxigênio dissolvido permitem que patógenos causadores de doenças sobrevivam mais tempo na água. Surto de doenças como diarreia e cólera são muito comuns em comunidades que possuem contato direto com essas águas. Isto ocorreu

na Nigéria, em Outubro de 2009, ocasião em que mais de 200 pessoas morreram de cólera, após o contato com água contaminada.

Os poluentes orgânicos também aceleram o crescimento de determinados organismos fotossintetizantes, sufocando outras espécies. A eventual morte e decomposição desses organismos é outra fonte de consumo de oxigênio, além de causarem um odor forte e escurecerem a água (HETTIGE et al., 1995).

### **3.2.5.2 Sólidos totais em suspensão (STS)**

Os sólidos totais em suspensão são pequenas partículas de poluentes sólidos presentes em águas de despejos. Em águas calmas essas partículas se depositam no lodo, formando um cobertor, cobrindo plantas e microorganismos. O acúmulo de STS turva a água, dificultando a realização da fotossíntese. A morte dos organismos fotossintetizantes consome oxigênio e favorece a proliferação de patógenos, causando danos ao ecossistema local.

### **3.2.5.3 Tóxicos da água (TA)**

Os tóxicos da água são uma série de substâncias químicas liberadas nas emissões industriais, nocivas aos seres humanos e a outros organismos. Seus efeitos podem ser imediatos, logo após a exposição, ou em longo prazo, devido a bioacumulação via cadeia alimentar. A relação dos poluentes listados pelo IPPS encontra-se no **Anexo 1**.

Essas substâncias entram contato com o homem de uma forma direta, como ocorre durante a ingestão de água contaminada, ou de forma indireta, através do consumo de alimentos contaminados. Os efeitos da intoxicação por substâncias químicas são diversos e dependentes da dose de exposição. Podem ocorrer danos aos órgãos internos, danos neurológicos, câncer, disfunções no aparelho reprodutivo e até a mesmo a morte. O

benzeno e os asbestos são exemplos dessas substâncias listadas pelo TRI, associadas diretamente a leucemia e ao câncer de pulmão (HETTIGE et al., 1995).

#### **3.2.5.4 Metais tóxicos da água (MTA)**

Os metais tóxicos da água são aqueles potencialmente tóxicos, listados pelo TRI no **Anexo 1**. Uma característica desses metais é a possibilidade de bioacumulação. A bioacumulação faz que com pequenas concentrações desses metais na água tornem-se maiores em organismos de topo de cadeia. Alguns desses metais podem ser convertidos por bactérias para a forma orgânica, potencializando sua entrada para cadeia alimentar. Uma vez disponíveis na cadeia alimentar esses metais provocam efeitos severos ao ecossistema e são difíceis de serem eliminados.

Os metais também podem tornar-se disponíveis na água a partir da oxidação de sedimentos contaminados. Alguns desses metais comumente encontrados em efluentes indústrias são: mercúrio, chumbo, arsênio, cromo, cádmio, níquel e zinco.

#### **3.2.6 Origem dos dados do levantamento industrial**

Os dados industriais foram obtidos do Cadastro Industrial do Rio de Janeiro, da Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN), referentes aos anos de 2005/2006 e 2008/2009.

A FIRJAN é a principal entidade de representação das indústrias do estado do Rio de Janeiro, responsável pelo desenvolvimento e coordenação de estudos, pesquisas e projetos que visem orientar ações de promoção industrial. O cadastro industrial é uma publicação anual da FIRJAN e reúne informações sobre cerca de 9.000 indústrias de todo o Estado do Rio de Janeiro, com dados sobre o número de empregados, setor de atividade, CNPJ, razão social, telefone, endereço, web-site e e-mail.

### **3.2.7 Municípios integrantes**

Foi realizado o levantamento de todas as empresas, independente do número de funcionários e da atividade, que se localizavam nos municípios da bacia hidrográfica da baía de Sepetiba.

É provável que nem todas as indústrias desses municípios despejem seus efluentes em cursos d'água contribuintes a bacia da baía de Sepetiba. Contudo optamos por assumir que isso ocorre dado a inviabilidade de precisar o local exato do lançamento dos efluentes de cada uma das indústrias.

O município de Barra do Piraí, de acordo com SEMADS 2001, não integra a bacia. Entretanto, esse município foi incluído nesta dissertação por constar no Comitê de bacia hidrográfica do Guandu como integrante da região.

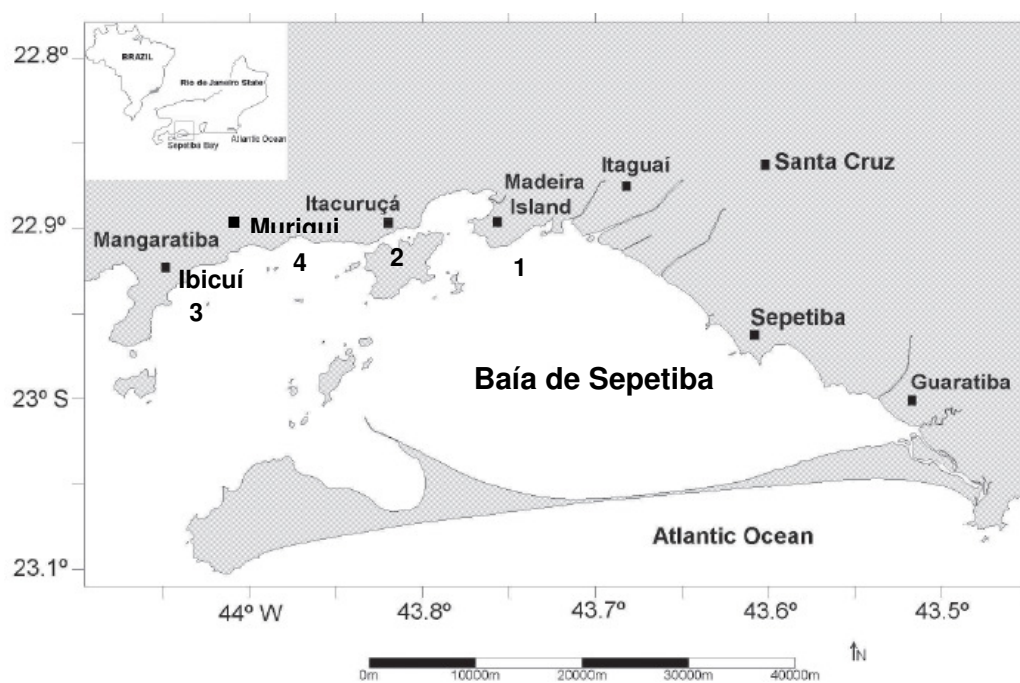
Como o município do Rio de Janeiro está apenas parcialmente inserido na bacia, a inclusão de todos os estabelecimentos industriais da cidade superestimaria os resultados. Assim, foram incluídos apenas os dados das empresas localizadas nos bairros de: Campo Grande, Santa Cruz, Guaratiba e Ilha de Guaratiba. Estes bairros compreendem a porção do Rio de Janeiro abrangida pela bacia hidrográfica de Sepetiba

### 3.3 Metodologia de campo

Para avaliar o valor de DBO e DQO (demanda química de oxigênio) na baía de Sepetiba, foram feitas análises de água durante o ano de 2008. Foram identificadas estações de amostragem, selecionadas visando cobrir toda a extensão da baía de Sepetiba e dos seus principais canais. O objetivo desse procedimento foi avaliar se os resultados obtidos com o método IPPS eram compatíveis com os resultados das análises. Assim, foram selecionadas 9 estações:

- ❖ 4 estações nas margens da baía de Sepetiba: Ilha da Madeira, Itacuruçá, Muriqui e Ibicuí. (**Figura 3**)
- ❖ 5 estações representando nos principais rios afluentes da baía de Sepetiba: canal do Itá, Guandu Mirim, canal do São Francisco, rio Mazomba, rio Saí. (**Figura 4**)

**FIGURA 3.** Estações de coleta inseridas na baía de Sepetiba

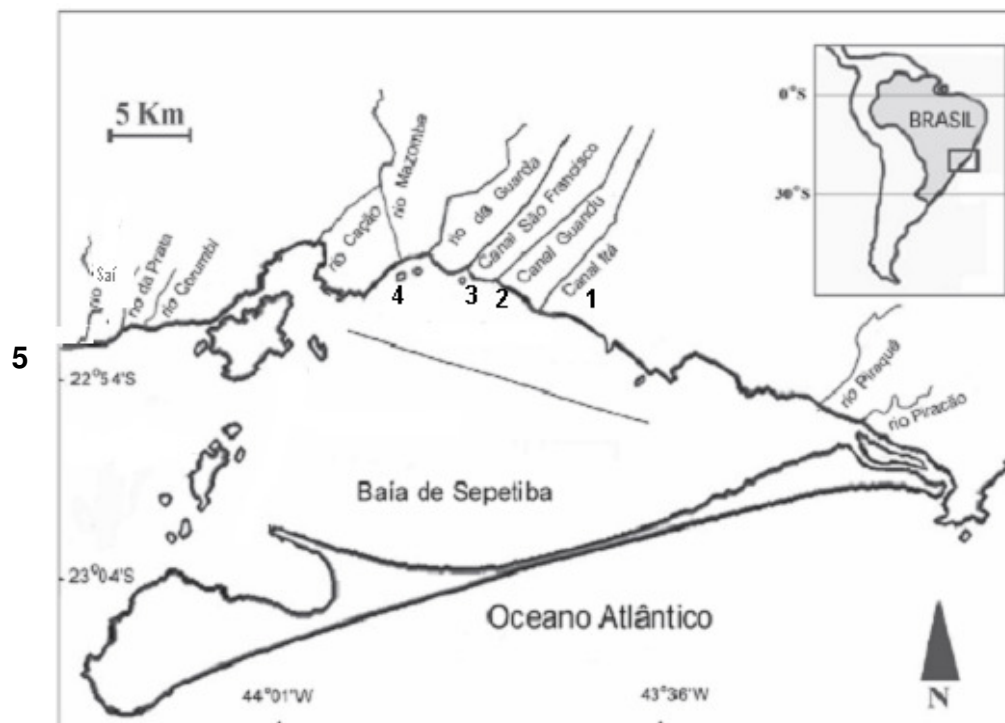


**Legenda:** 1- Ilha da Madeira, 2- Itacuruçá, 3- Muriqui, 4- Ibicuí

**Fonte:** Santos, 2007



**FIGURA 4** Estação de coleta dos Rios afluentes da baía de Sepetiba



Fonte: Paraquetti, 2007

**Legenda:** 1- Canal do Itá, 2- Canal do Guandu Mirim, 3- Canal de São Francisco, 4- Rio Mazomba, 5- Rio Saí

As amostras de água foram coletadas manualmente, acondicionadas em recipiente plástico e mantidas a 4°C até a chegada ao laboratório para análise. Dados referentes a caracterização do local de coleta, coordenadas do ponto e temperatura da água são apresentados no **Anexo 4**. Todas as amostras foram enviadas para o laboratório de Engenharia do Meio Ambiente da UFRJ e analisadas de acordo o "Standard Methods for the Water and Wastewater".

Ao total foram realizadas 3 coletas de amostras na região de estudo. A primeira coleta ocorreu no dia 04/06/2008, realizada nas 4 estações situadas dentro da baía de Sepetiba. A segunda coleta ocorreu no dia 22/08/2008 e a terceira no dia 22/10/2008, estas realizadas nos rios afluentes da baía de Sepetiba.

### **3.4 Limitações metodológicas**

Por se tratar de uma metodologia de estimativa de poluentes o IPPS apresenta algumas limitações;

1. Os resultados obtidos não apresentam o valor efetivo de poluição industrial;
2. O uso de fatores de emissão, baseado nos dados industriais americanos da década de 80, interfere na exatidão da estimativa;
3. Não há fatores de emissão para as indústrias extrativas, termelétricas e de produção de álcool, tipologias importantes na matriz industrial brasileira ;
4. A medida de poluição com o número de empregados não considera inovações tecnológicas no processo produtivo.

Com relação ao item 1, cabe ressaltar que o principal objetivo do IPPS não é apresentar a quantidade exata de poluentes emitidos, e sim hierarquizar áreas mais poluídas e tipologias industriais mais poluentes.

Com relação ao item 2, é importante considerar que o ranking de atividades poluidoras é bastante similar entre os países, em função da natureza poluidora da atividade industrial. O que justifica a utilização de dados provenientes das indústrias americanas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento do número de empresas foi realizado com dados do Cadastro Industrial da FIRJAN.

Os Cadastros Industriais totalizaram um universo de:

➤ 362 empresas para o período de 2005/2006:

- 261 com dados completos
- 14 com dados incompletos
- 87 indústrias extrativas

➤ 590 empresas para o período de 2008/2009:

- 339 com dados completos
- 20 com dados incompletos
- 202 indústrias extrativas

Os dados incompletos correspondem às empresas cujas informações (número de pessoal ocupado, classificação CNAE, entre outros) não constavam no cadastro, impossibilitando os cálculos.

As indústrias do setor extrativo também foram excluídas, porque o IPPS não faz estimativa para esse setor.

Todos os valores apresentados nos resultados e discussão se referem ao total de indústrias com dados completos.

#### 4.1 Resultados obtidos na avaliação de 2005/2006

Para o período de 2005/2006 estima-se que as indústrias dos municípios estudados tenham gerado os potenciais poluidores apresentados no **Quadro 3**.

**QUADRO 3.** Número de indústrias e de funcionários e potencial de poluição industrial por município

Município	Número de Indústrias	Número de funcionários	DBO t/ano	STS t/ano	Tóxicos da água t/ano	Metais Tóxicos da água t/ano
Barra do Piraí	28	3028	11,2	23.056,6	44,0	3,2
Engenheiro Paulo de Frontin	7	538	0,1	54,5	0,4	0,0
Itaguaí	14	1254	5,8	5.719,0	12,4	0,8
Japeri	2	27	0,0	0,0	0,0	0,0
Mangaratiba	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Miguel Pereira	2	32	0,0	0,0	0,1	0,0
Nova Iguaçu	103	6082	325,3	5.333,3	77,5	1,4
Paracambi	8	1314	0,1	1,8	0,2	0,0
Piraí	4	275	3,9	3,9	0,1	0,0
Queimados	9	1346	3,5	964,2	3,2	0,1
Rio Claro	1	160	0,2	6,4	0,3	0,0
Rio de Janeiro	70	7949	209,3	2.517,6	14,0	0,5
Seropédica	4	565	5,7	42,5	2,3	0,0
Vassouras	9	160	1,3	1,7	0,1	0,0
<b>Total</b>	<b>261</b>	<b>22730</b>	<b>566,5</b>	<b>37.701,4</b>	<b>154,7</b>	<b>6,2</b>

Observa-se que nem todos os municípios contribuíram para os potenciais poluidores estudados. No caso do potencial para metais tóxicos da água (MTA), apenas 5 municípios foram responsáveis pelo total. O município de Barra do Piraí, com aproximados 10% do total das indústrias, contribui mais para o potencial de metais tóxicos da água que o município de Nova Iguaçu, com 39% do total das indústrias. Isto devido a localização das indústrias com grande potencial para MTA em Barra do Piraí.

Esse resultado evidencia que Barra do Piraí possui grande potencial poluidor industrial. Esse município é uma região onde o poder público pode concentrar esforços para mitigar a poluição.

O município de Mangaratiba possuía apenas 1 empresa no cadastro, como os dados não estavam completo, não foi possível calcular o potencial poluente.

Dos 18 setores industriais analisados (**Quadro 4**) os de: alimentos, metalúrgica, papel e papelão, plásticos e borrachas, produtos de metal e química, apresentaram os maiores potenciais de poluição. Estas 6 divisões correspondem a menos da metade do total dos setores e a 51% do número de indústrias (135 indústrias).

**QUADRO 4.** Números de indústrias e de funcionários e potencial poluidor por setores industriais

Setor Industrial	Número de Indústrias	Número de funcionários	DBO t/ano	STS t/ano	Tóxicos da água t/ano	Metais tóxicos da água t/ano
Alimentos	23	4623	216,5	268,0	5,0	-
Couros	5	260	0,3	0,5	-	-
Editorial e Gráfica	14	149	-	-	-	-
Madeira	4	102	-	-	-	-
Máquinas e Equipamentos	12	639	-	1,0	0,4	-
Material Elétrico	4	138	-	-	-	-
Metalúrgica	16	3160	191,4	36.993,9	69,7	4,8
Minerais não-metálicos	30	1497	1,3	4	0,2	-
Mobiliário e diversos	14	445	0	44,3	0	-
Papel e papelão	6	648	11,8	11,8	0,3	-
Plásticos e borracha	19	1546	23,0	75,5	0,2	-
Produtos de metal	31	2365	2,1	61,1	5,7	0,4
Química	40	3513	119,7	240,5	72	1,0
Têxtil	5	1334	0,4	0,7	0,9	-
Transporte	1	18	0	0	0	-
Veículos Automotores	6	1501	0	0,1	0,3	-
Vestuário	31	792	-	0	-	-
<b>Total</b>	<b>261</b>	<b>22730</b>	<b>566,5</b>	<b>37.701,4</b>	<b>154,7</b>	<b>6,2</b>

t = toneladas

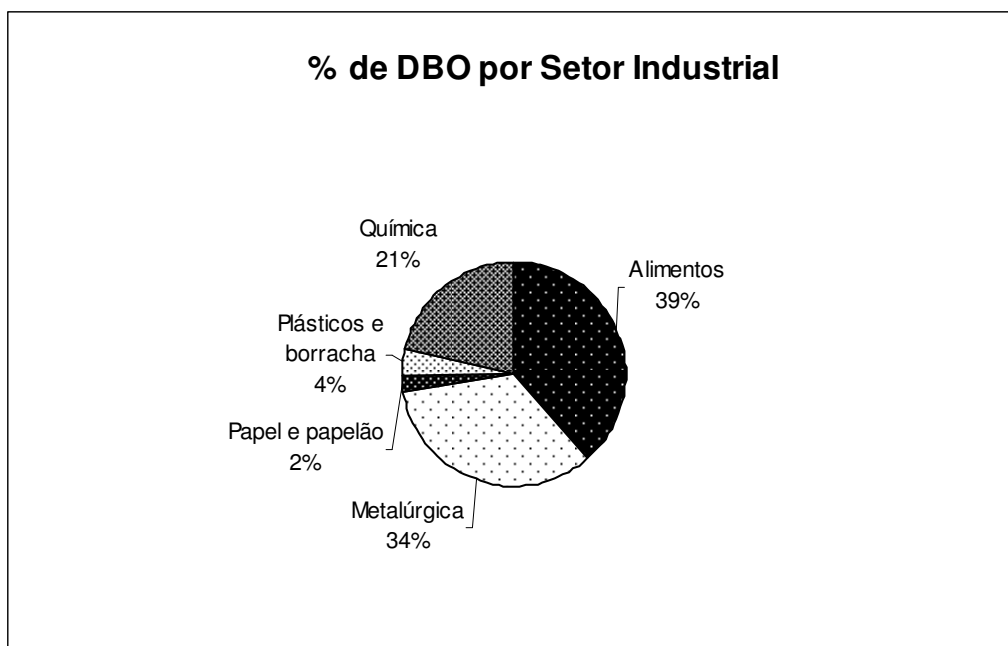
Nota-se que são poucos setores que contribuem para as potenciais emissões. Os 6 setores com maiores potenciais poluentes devem ser priorizados em medidas de controle e monitoramento.

Observa-se que os setores de: minerais não-metálicos, têxtil e de veículos automotores não estão entre os 6 maiores poluidores potenciais, apesar de possuírem mais de 1000 funcionários cada. Esse dado revela que não necessariamente uma empresa com um grande número de funcionários terá o maior potencial poluidor.

#### 4.1.1 Demanda bioquímica de oxigênio

As 261 indústrias da região têm o potencial para geração de 566,5 t/ano de DBO. Os setores de alimentos, metalúrgico e químico respondem por 94% desse total (**Figura 5**). Esses três setores somam 79 indústrias, isso quer dizer que 94% do total do potencial de DBO é produzido por apenas 33% das indústrias da região. Esse dado demonstra que, uma parcela pequena de indústrias é responsável por grande parte desse potencial.

**FIGURA 5.** Potencial de DBO por setor industrial



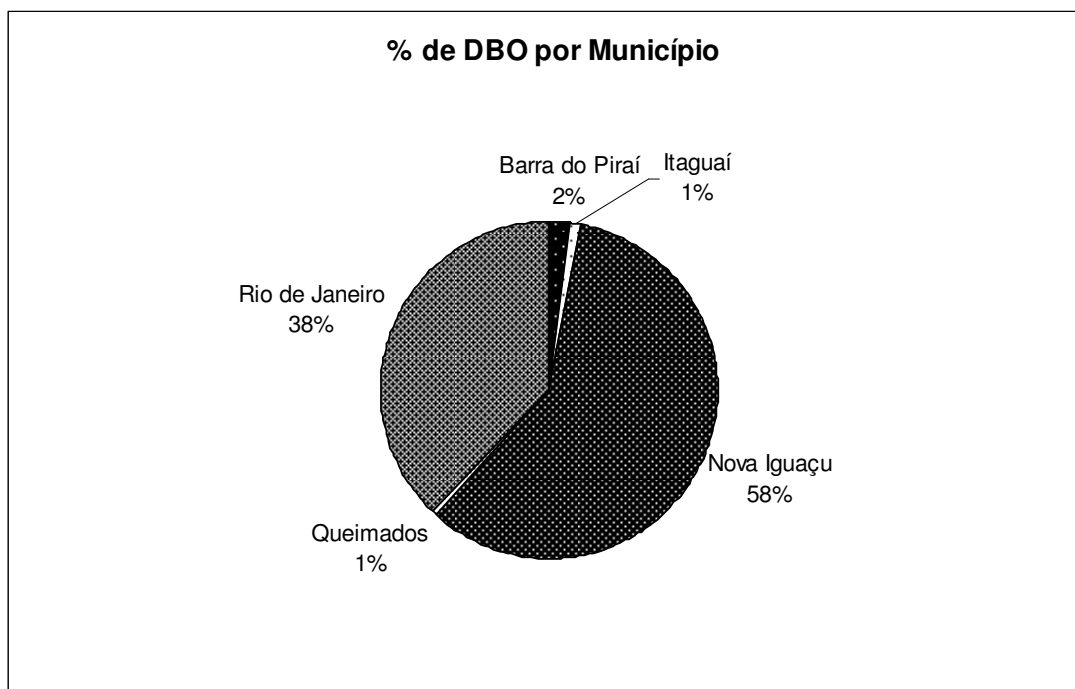
O setor de alimentos já foi apontado anteriormente como o principal responsável pelo potencial poluidor de DBO. Moreno (2005) analisou o potencial poluidor industrial do

estado do Rio de Janeiro. Seus resultados demonstraram que 62% do potencial de DBO do estado correspondiam às indústrias de alimentos e de bebidas.

As indústrias de alimentos geram efluentes ricos em material orgânico, que ao serem despejados em corpos hídricos aumentam a DBO. Justificando ser esse setor o líder do potencial poluidor para este parâmetro.

O município de Nova Iguaçu (NI) é responsável por 57% do total do potencial de DBO da região (**Figura 6**). É neste município que se localizam 3 importantes indústrias, em termos de geração de DBO, classificadas como fabricação de laticínios e bebidas (CNAE 1.0: 1542-3 e 1591-1 ). Elas empregam juntas um total de 165 funcionários e, de acordo com o IBGE, são indústrias de pequeno porte<sup>3</sup>.

**FIGURA 6.** Potencial de DBO por município



<sup>3</sup> Micro porte: até 19 funcionários; Pequeno porte: de 20 a 99 funcionários; Médio porte: de 100 a 499; Grande porte: acima de 499. Fonte: IBGE, 2001 IN MORENO, 2005.

Outras 2 indústrias de médio e grande porte do setor de alimentos (fabricação de fubá e moagem de café, CNAE 1.0:1554-7 e 1571-7), também localizadas em NI, possuem potencial poluidor, em toneladas/ano, abaixo de 0,2.

A diferença de DBO entre esses grupos industriais evidencia que, dentro do setor de alimentos, há uma grande variação no potencial de emissão. Além disso, fica claro que o porte da indústria não conferiu um maior potencial. Neste caso, o fator de peso foi a classificação da atividade industrial. Fabricação de fubá e moagem de café geram efluentes com menor DBO que a fabricação de laticínios e bebidas.

O município do Rio de Janeiro ficou em segundo lugar, com 37% do total do potencial de DBO. Uma única empresa metalúrgica é responsável por 82% do potencial de DBO desse setor. Esse resultado alerta para o fato de que a quantidade de resíduos orgânicos produzidos pelo setor metalúrgico não deve ser desprezada.

#### **4.1.2 Sólidos totais em suspensão**

O total do potencial de STS das indústrias da região é de 37.701,4 t/ano. A indústria metalúrgica é responsável por 98% desse potencial (**Figura 7**). Esse setor é composto por 16 indústrias das quais apenas 2 de grande porte, 4 de médio e 10 de pequeno porte.

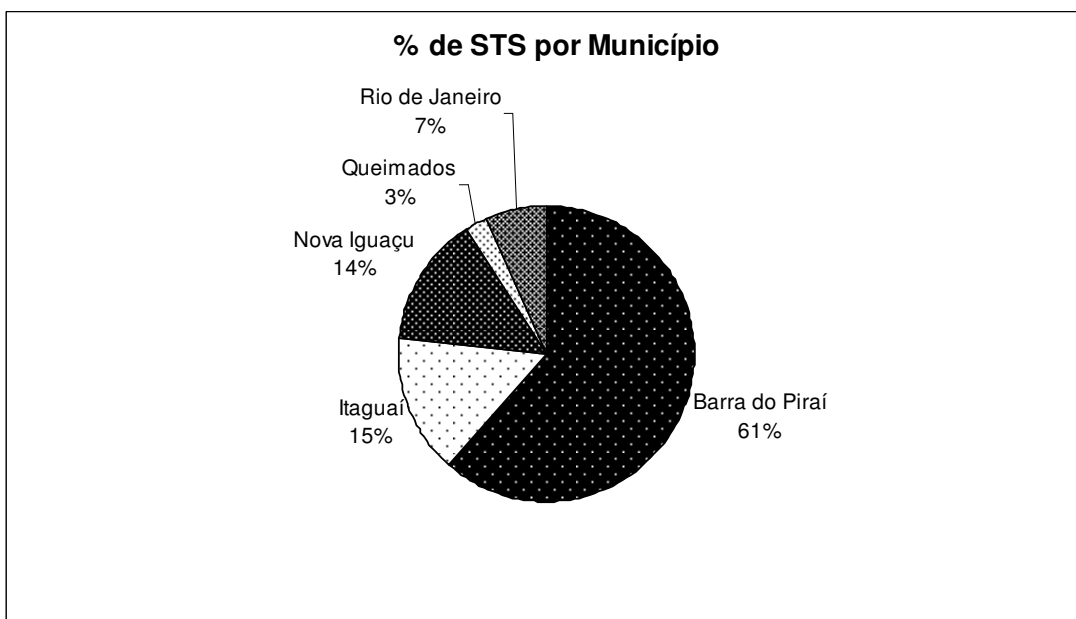
O número de indústrias que integram esse setor é pequeno quando comparado a sua parcela de contribuição para o potencial de STS. A identificação dessas indústrias facilitará o controle e análise da emissão de efluentes.

Os resultados também revelam que apenas 1 indústria é responsável por 57% do total do potencial de STS. Como essa indústria localiza-se no município de Barra do Pirai, essa cidade foi a líder no potencial de STS (**Figura 8**).



**FIGURA 7.** Potencial de STS por setor industrial

O município de Barra do Piraí é banhado pelo rio Paraíba do Sul, a noroeste da baía de Sepetiba. É difícil precisar o local exato do despejo dos efluentes industriais. Contudo, dado a proximidade de determinadas indústrias com alguns corpos hídricos é bem provável que neste local haja algum tipo de contaminação.

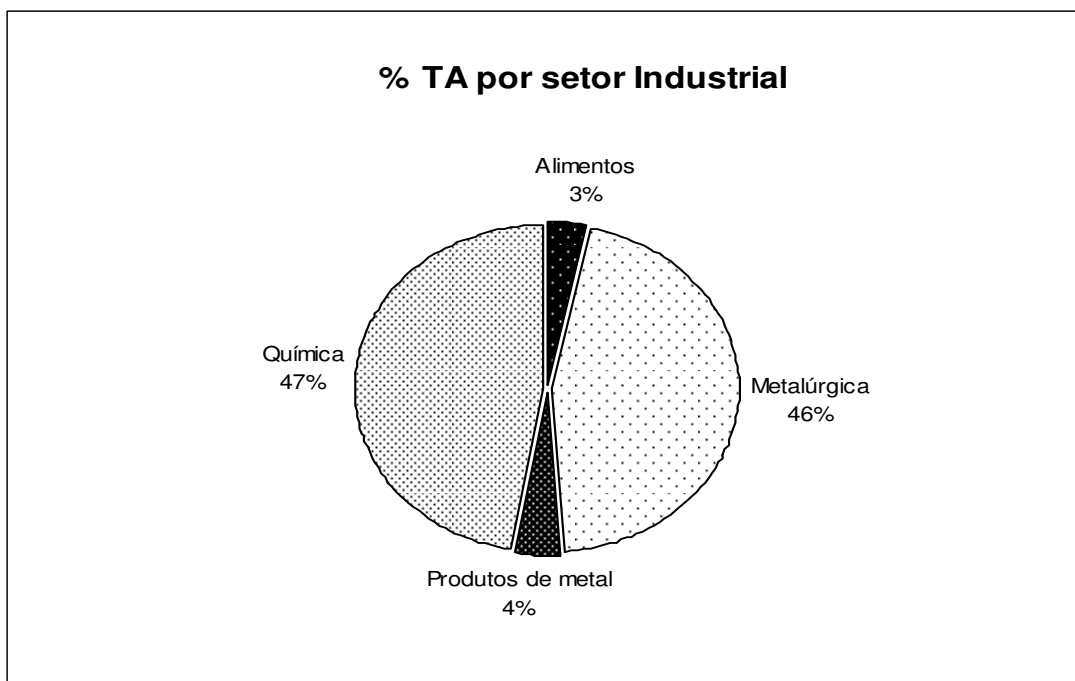
**FIGURA 8.** Potencial de STS por município

A indústria responsável pelo potencial de 57% de STS situa-se ao lado do rio Paraíba do Sul, cujas águas foram desviadas para o rio Guandu. Dada a importância desses Rios, para o abastecimento, lazer, renda e alimentação da população, é importante que haja análises para uma avaliação precisa da situação daquele ambiente.

#### 4.1.3 Tóxicos da água (TA)

O total do potencial de emissão de tóxicos da água emitido pelas indústrias da região é de 154,7 t/ano. As indústrias dos setores químico e metalúrgico somam 93% do total do potencial de TA (**Figura 9**). Dado semelhante foi encontrado por Moreno (2005), seus resultados demonstraram que 89% do total dos TA do estado do Rio de Janeiro, correspondia a esses 2 setores.

**FIGURA 9.** Potencial de TA por setor industrial

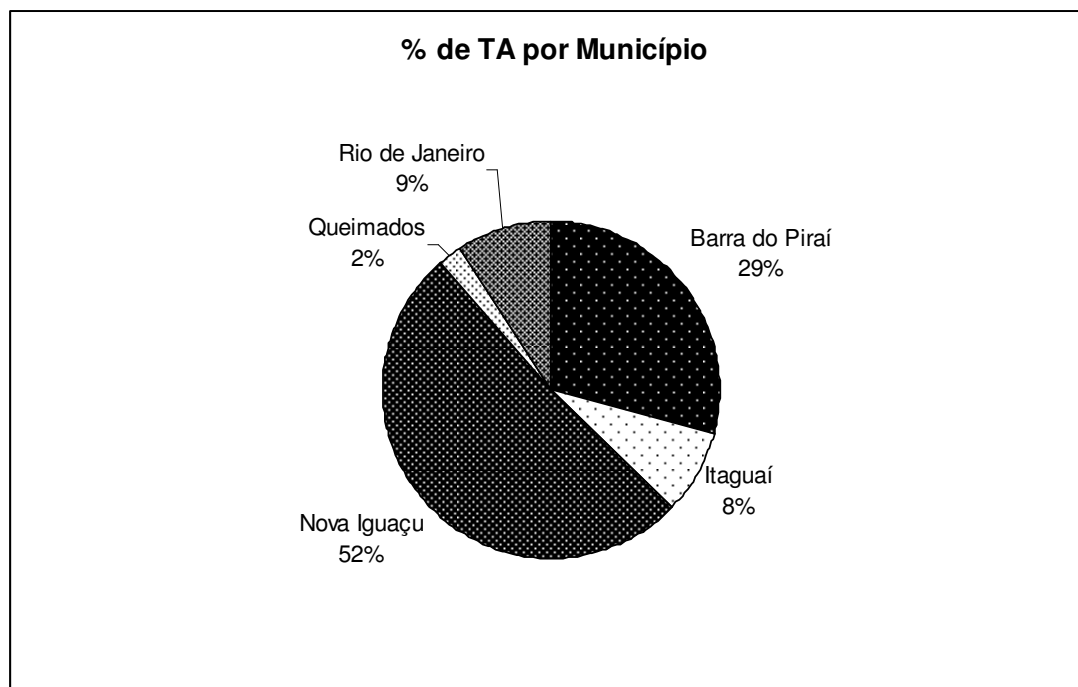


Das indústrias químicas apenas 1 indústria, de fabricação de produtos petroquímicos básicos ( CNAE 1.0: 2421-0), responde por 46% do total do potencial de TA deste setor.

As indústrias do setor químico possuem em seu processo produtivo substâncias tóxicas, presentes também em seus efluentes.

O município de Nova Iguaçu produz 52% do potencial de tóxicos da água. **(Figura 10)**. Analisando as indústrias desse município verifica-se que apenas 1 indústria do setor químico é responsável por 42% do total de TA da cidade.

**FIGURA 10.** Potencial de TA por município



Esse resultado evidencia uma região com grande potencial poluidor. Considerando a proximidade do município de Nova Iguaçu com o rio Guandu e dado a importância desse rio, abastece 85% da cidade do Rio de Janeiro, é fundamental que sejam adotadas medidas de controle e fiscalização nesse local.

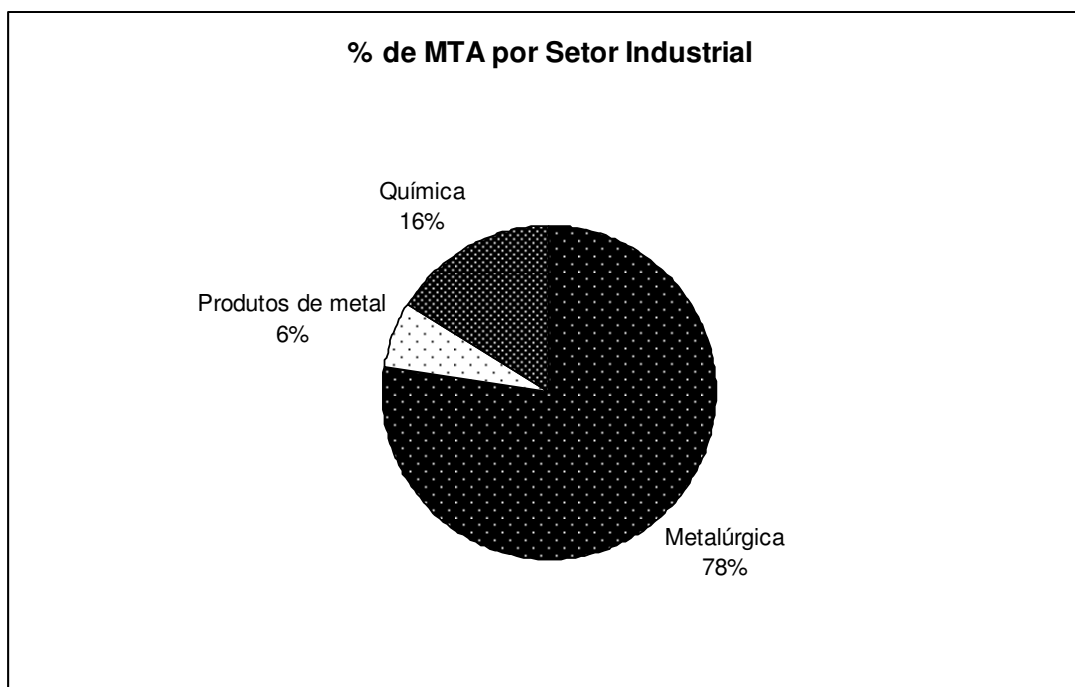
Barra do Piraí é o segundo município com maior potencial poluidor da bacia hidrográfica de Sepetiba, com 29% do total de tóxicos da água. Nessa região, apenas 1 indústria metalúrgica é responsável por 70% do potencial de TA do município.

#### 4.1.4. Metais tóxicos da água

O total do potencial de metais tóxicos da água das indústrias região é de 6,2 t/ano. Em saúde pública esse parâmetro merece uma atenção especial devido ao efeito bioacumulativo dos metais. A exposição e/ou ingestão prolongada desses metais (Anexo1), ainda que em baixas concentrações, pode ocasionar severos efeitos a saúde (descritos no item 2.3)

Os setores metalúrgico e químico respondem juntos por 94% do total do potencial dos metais tóxicos da água (**Figura 11**). Do setor químico apenas 1 empresa de médio porte é responsável por 65% do total de MTA desse setor.

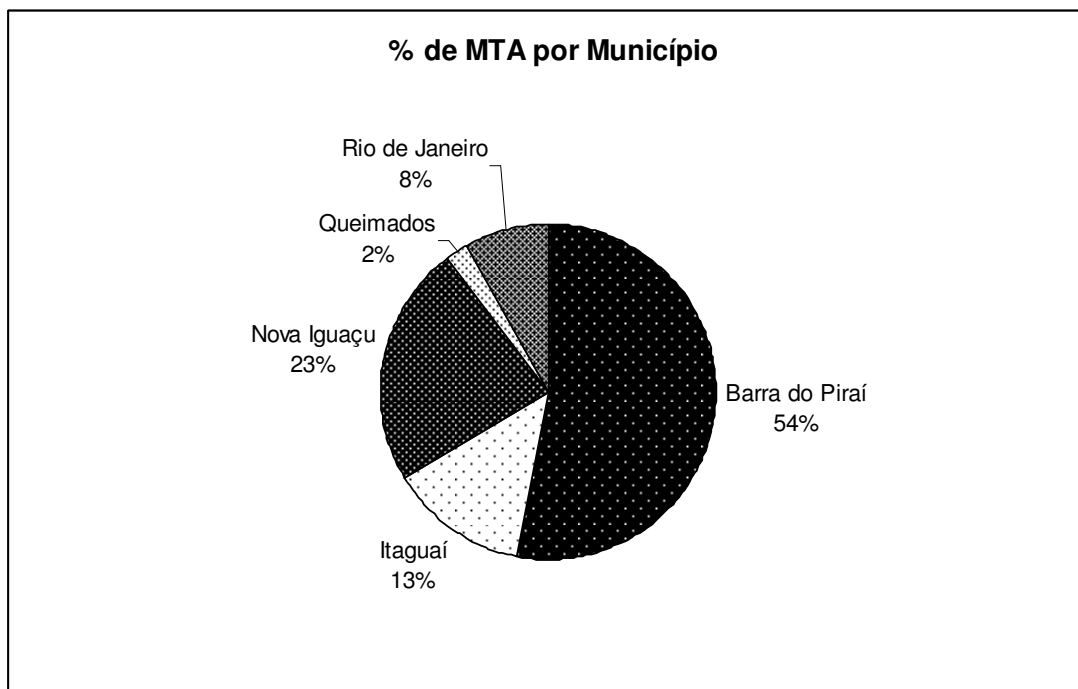
**FIGURA 11.** Potencial de MTA por setor industrial



Analisando as 16 indústrias metalúrgicas, verifica-se que esse potencial é dividido entre apenas 5 empresas de médio porte.

Apenas dois municípios, Barra do Pirai e Nova Iguaçu, são responsáveis por 87% do total do potencial de MTA da bacia hidrográfica (**Figura 12**). Essa é uma região com grande potencial poluidor, que deve ser priorizada na implementação de medidas mitigadoras por parte das autoridades competentes.

**FIGURA 12.** Potencial de MTA por município



#### 4.2 Resultados obtidos na avaliação de 2008/2009

Alguns municípios contribuíram para quase totalidade dos potenciais poluidores estudados. Assim como em 2005/2006, em 2008/2009 o município de Barra do Pirai se destaca como líder no potencial de emissão de STS e MTA (**Quadro 5**).

**QUADRO 5.** Número de indústrias e de funcionários e potencial de poluição industrial por município

Município	Número de Indústrias	Número de funcionários	DBO t/ano	STS t/ano	Tóxicos da água t/ano	Metais Tóxicos da água t/ano
Barra do Pirai	65	6204	38,5	49.963,8	92,2	6,5
Engenheiro Paulo de Frontin	9	1108	2,6	668,0	2,7	0,0
Itaguaí	13	949	6,0	3.339,6	7,4	0,5
Japeri	9	478	4,2	502,1	3,0	0,0
Mangaratiba	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Miguel Pereira	6	135	36,5	5,4	0,2	0,0
Nova Iguaçu	110	7662	245,3	4.625,4	19,5	1,0
Paracambi	11	1481	4,6	2,9	0,1	0,0
Pirai	9	1825	954,2	3.218,0	83,9	0,6
Queimados	9	1008	0,6	1,0	0,2	0,0
Rio Claro	1	5	0,0	0,0	0,0	0,0
Rio de Janeiro	81	8391	204,2	4.4537,4	87,4	6,1
Seropédica	4	462	27,0	42,5	20,6	0,2
Vassouras	12	290	1,2	1,9	0,1	0,0
<b>Total</b>	<b>339</b>	<b>29998</b>	<b>1525,0</b>	<b>106.908,0</b>	<b>317,3</b>	<b>15,0</b>

Com exceção do potencial de DBO, todos os outros potenciais aumentaram. Embora esse aumento fosse esperado, dado o maior número de indústrias e funcionários, alguns resultados foram muito expressivos. Por exemplo, o total de potenciais emissões de STS passou de 37.701 t/ano em 2005/2006, para 106.908 t/ano em 2008/2009. Isso corresponde a mais que o triplo, enquanto que o número de indústrias não chegou ao dobro (**Quadro 6**).

**QUADRO 6.** Números de indústrias e de funcionários e potencial poluidor por setor industrial

Setor Industrial	Número de Indústrias	Número de funcionários	DBO t/ano	STS t/ano	Tóxicos da água t/ano	Metais tóxicos da água t/ano
Alimentos	57	2916	233,6	192,5	2,1	0,0
Couros	5	233	0,2	0,5	0,0	0,0
Editorial e gráfica	17	179	0,0	0,0	0,0	0,0
Equipamentos de precisão	2	20	0,0	0,0	0,0	0,0
Informática	1	100	0,0	0,0	0,0	0,0
Madeira	4	106	0,0	0,0	0,0	0,0
Máquinas e equipamentos	12	751	0,0	1,4	0,4	0,0
Material elétrico	1	25	0,0	0,0	0,0	0,0
Metalúrgica	16	7923	197,7	102173,5	186,2	13,5
Minerais não-metálicos	53	2532	1,5	2,8	0,4	0,0
Papel e papelão	7	1238	953,5	3214,6	83,2	0,5
Plásticos e borracha	25	3555	66,0	102,3	0,6	0,1
Produtos de metal	27	1908	1,2	35,2	5,0	0,2
Química	48	4367	70,8	1184,4	38,5	0,7
Têxtil	5	1941	0,1	0,7	0,6	0,0
Transporte	5	128	0	0	0,1	0
Veículos automotores	3	1052	0,0	0,1	0,2	0,0
Vestuário	51	1014	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>339</b>	<b>29988</b>	<b>1524,6</b>	<b>106908,0</b>	<b>317,3</b>	<b>15,0</b>

Analisando os resultados de 2005/2006 e 2008/2009 é possível constatar que nenhuma das indústrias incluídas no último período é responsável por esse aumento expressivo no potencial de STS. Entretanto, observa-se que a indústria líder em emissão de STS em 2005/2006, duplicou o número de funcionários em 2008/2009. Logo, dobrou também o potencial de emissão de STS.

Como essa indústria é do setor metalúrgico os potenciais de MTA e TA também foram afetados pelo seu crescimento. Essa indústria requer bastante atenção pelo seu potencial poluidor, pelo seu porte e por sua proximidade com a baía de Sepetiba. Seu

processo produtivo emprega metais altamente tóxicos, com o potencial de causar danos irreparáveis ao ecossistema. É fundamental que haja controle e fiscalização constante, para que os impactos de sua implantação no local sejam mitigados.

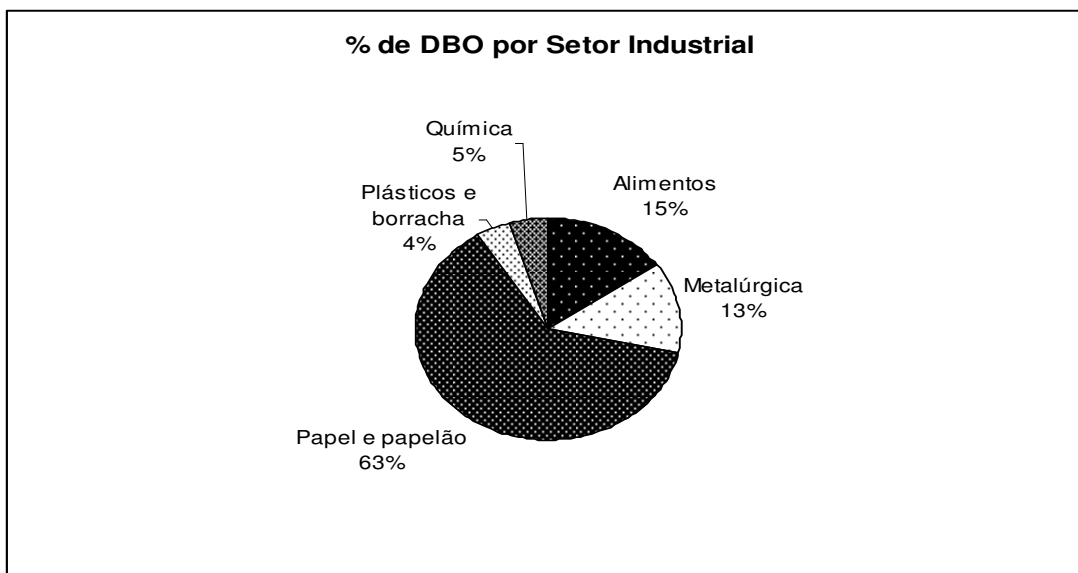
Paraquetti (2007) verificou que a baía de Sepetiba recebe mercúrio do continente, principalmente nas estações de chuva. Outros autores também já constataram a presença de metais como chumbo, cobre e cádmio na baía de Sepetiba (Paraquetti, 2007; Molissani, 2004). A indústria metalúrgica pode ser uma das responsáveis pela presença desses metais, uma vez que estes são empregados em seu processo produtivo.

#### 4.2.1 Demanda bioquímica de oxigênio

Para o período de 2008/2009 as indústrias da bacia hidrográfica baía de Sepetiba geraram um potencial de DBO de 1524 t/ano.

Comparando os 2 períodos de estudo, nota-se que houve uma diferença no padrão do potencial de emissão de DBO. Em 2005/2006 o setor de papelão respondeu por 2% do potencial de DBO, em 2008/2009 esse valor subiu para 63% (**Figura 13**).

**FIGURA 13.** Potencial de DBO por setor industrial





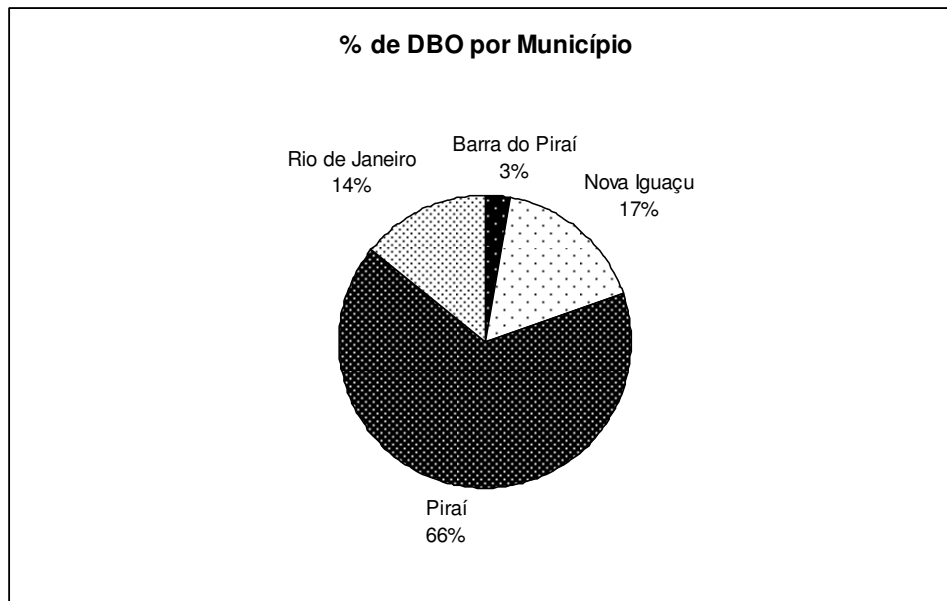
Analisando as indústrias do setor de papelão nota-se que em 2008/2009 houve a inclusão de 1 empresa de fabricação de papel (CNAE 2.0: 1721-4/00). Essa empresa responde por 98% da diferença do potencial de DBO dos períodos.

Como a data de implantação dessa indústria no município de Piraí é anterior a 2005, o aumento no potencial de DBO para o setor de papel e papelão pode ser questionado. É provável que em 2005 essa empresa tivesse um menor número de funcionários, já que a mesma passou por um processo de reestruturação em 2007. Assim, o setor de alimentos se manteve líder em 2005/2006. Para a construção precisa do histórico do potencial de emissão de DBO, esse fato requer estudos mais aprofundados.

Para o setor de alimentos não houve muita variação no potencial de DBO entre os períodos. Em 2005/2006 o setor tinha o potencial de 216,5 t/ano e em 2008/2009 de 233,6 t/ano. O número de indústrias aumentou, porém o número de funcionários do setor diminuiu. Os avanços tecnológicos podem ter sido um dos fatores que contribuíram para esse fato, com a automatização de algumas funções.

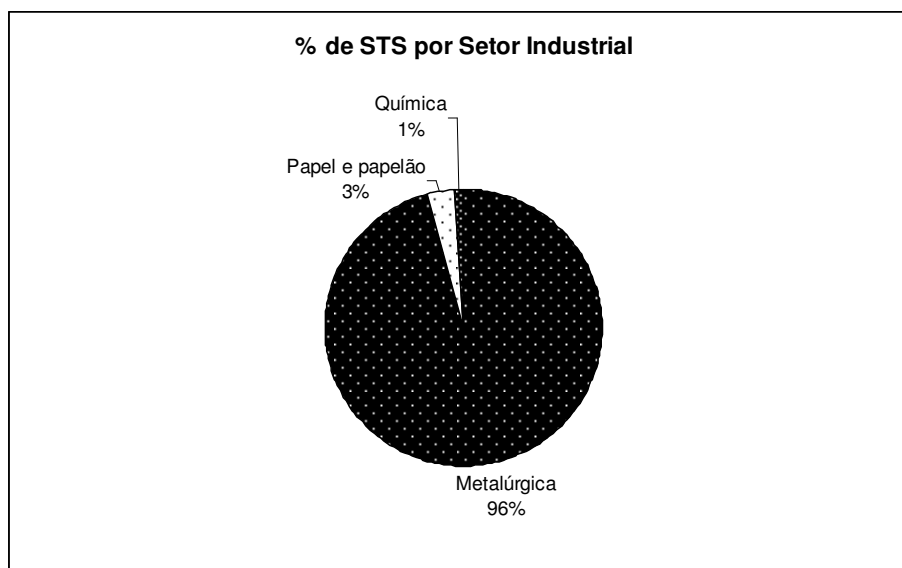
O município de Piraí foi o maior responsável pelo total de potenciais emissões de DBO (**Figura 14**). Isto porque a indústria de papel e papelão situa-se nesse município. Nova Iguaçu, antes em 1º lugar, agora aparece em 2º, com a diminuição de 100 t/ano.

A potencial emissão de 1524 t /ano de DBO é um dado muito importante. Cabe ressaltar que outra fonte importante de DBO é a matéria orgânica oriunda do esgoto doméstico. Como os municípios da região não têm sistema de saneamento, o lançamento do esgoto geralmente ocorre no corpo hídrico mais próximo, aumentando ainda mais a DBO.

**FIGURA 14.** Potencial de DBO por município

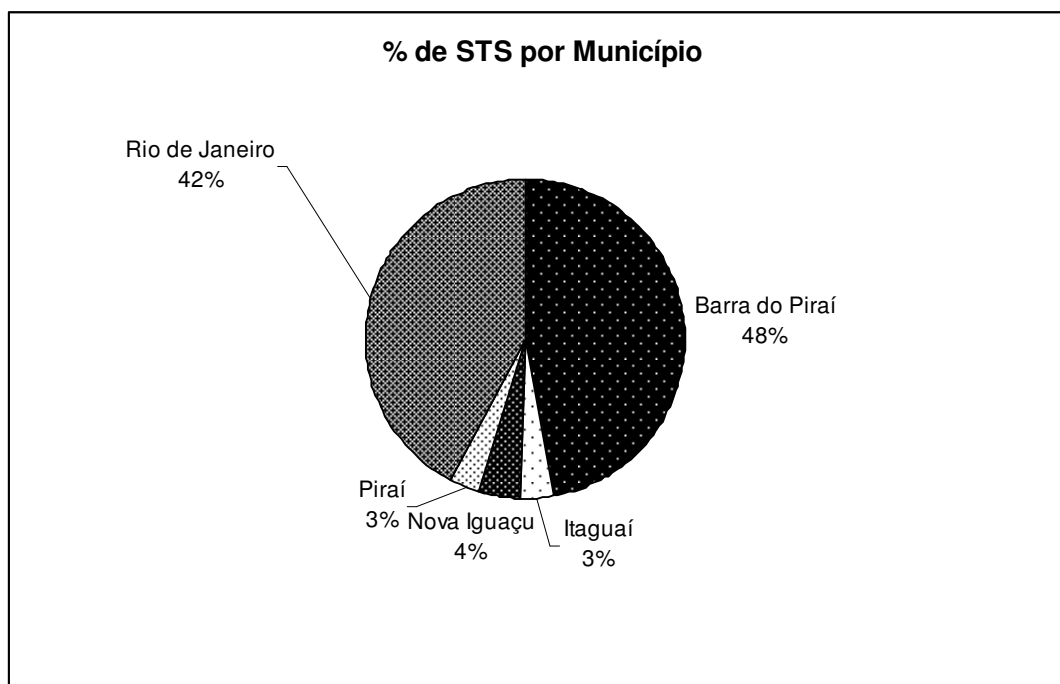
#### 4.2.2 Sólidos totais em suspensão

O potencial de STS aumentou entre os 2 períodos de estudo, item 4.2. O setor metalúrgico permaneceu como o principal emissor potencial de STS, com 96% do total (Figura 15).

**FIGURA 15.** Potencial de emissão de STS por setor industrial

Barra do Piraí permanece como líder no potencial de STS, para 2008/2009 o valor total de emissões desse município superou o dobro do período de 2005/2006 (**Figura 16**). A empresa do setor metalúrgico, citado no item 4.2., foi a responsável pelo aumento das potenciais emissões de STS nessa região.

**FIGURA 16.** Potencial de emissão de STS por setor município



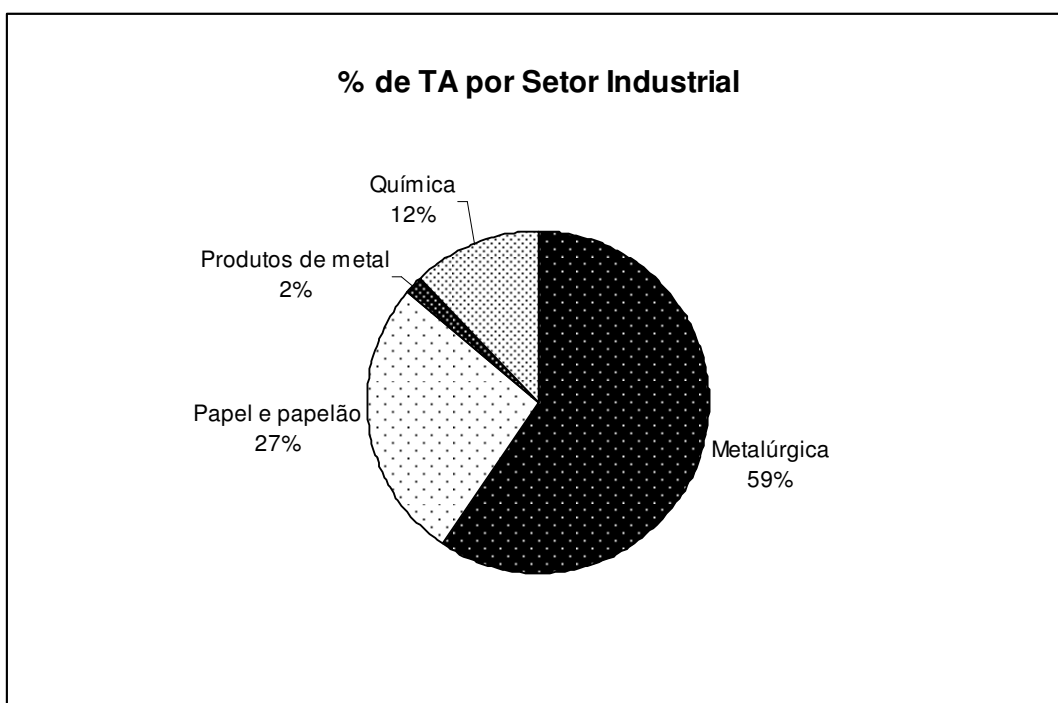
Os municípios de Nova Iguaçu, Itaguaí, Queimados, Rio Claro, Seropédica e Vassouras tiveram uma redução no total de STS, sendo esta mais expressiva para os 3 primeiros municípios.

#### **4.2.3** Tóxicos da água

O total do potencial de tóxicos da água gerado pelas indústrias dos municípios da bacia hidrográfica de Sepetiba é de 317,3 t/ano.

O setor metalúrgico continua liderando o potencial de emissão de TA (**Figura 12**). Com aumento de 69,7 t/ano em 2005/2006 para 186,2 t/ano em 2008/2009. Esse aumento é devido ao crescimento da indústria metalúrgica citada no item 4.2.

**FIGURA 12.** Potencial de TA por setor industrial



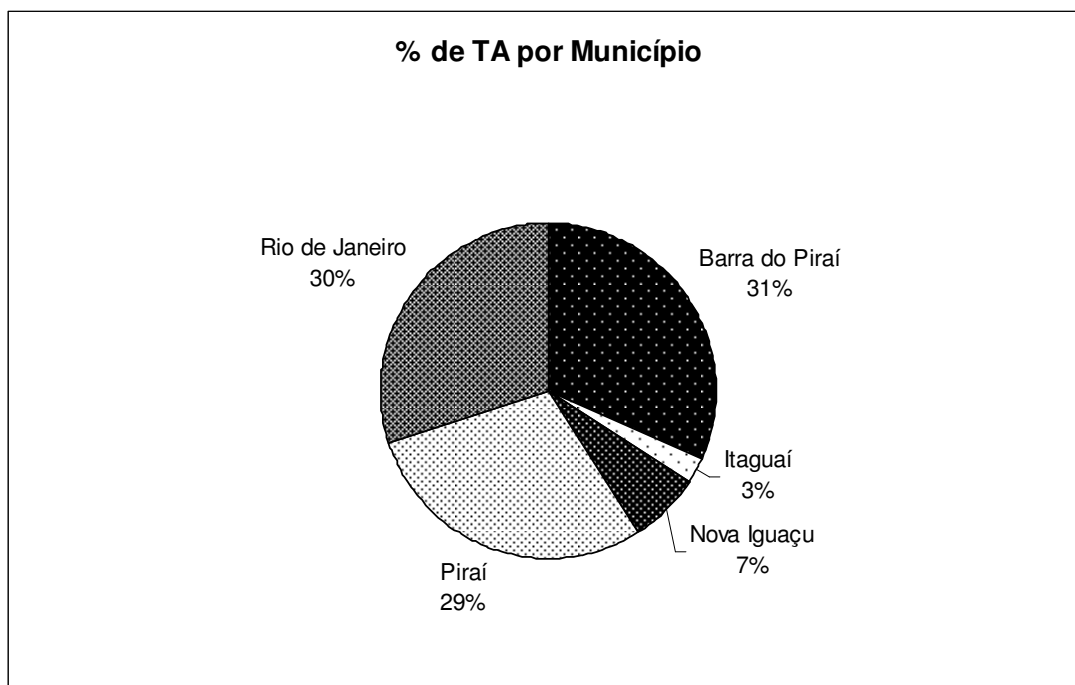
Um dado interessante é que a indústria com o maior potencial de TA é do setor de papel e papelão e não metalúrgico. A indústria citada no item 4.2.5, é responsável pelo aumento das potenciais emissões de TA, para este setor.

Os municípios de Barra do Piraí, Rio de Janeiro e Piraí são responsáveis por 90% do total das potenciais emissões de TA (**Figura 13**).

O município de Nova Iguaçu, apesar de ter aumentado o número de indústrias e de funcionários, reduziu o potencial de TA em mais de 50%. Essa redução deve-se ao fato

que a indústria com maior potencial para TA, em Nova Iguaçu, não está no cadastro de 2008/2009, somente no de 2005/2006. Assim essa redução não deve expressar a realidade.

**FIGURA 13.** Metais tóxicos da água por município



#### 4.2.4 Metais tóxicos da água

O total do potencial de metais tóxicos da água das indústrias da região é de 15 t/ano. Esse valor foi maior do que dobro do período de 2005/2006.

O setor metalúrgico permanece como líder nas potenciais emissões de MTA (**Figura 14**). O crescimento de uma indústria desse setor foi responsável pelo aumento do potencial de MTA para esse período.

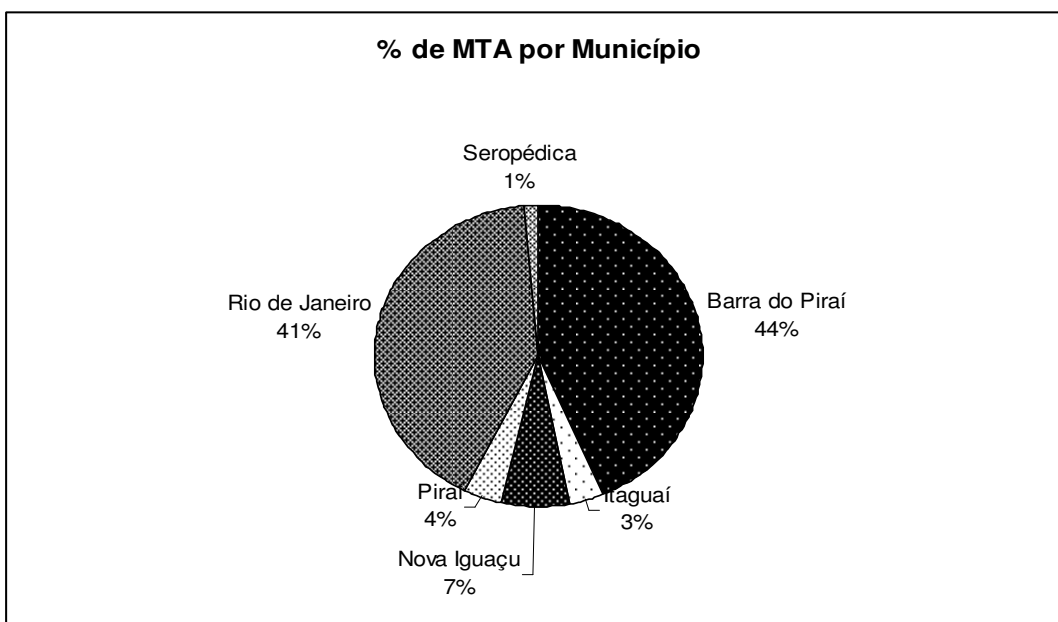
O município do Rio de Janeiro, com 6,1 t/ano, divide com Barra do Pirai, com 6,5t/ano, a liderança de potencial MTA (**Figura 15**). Nota-se que o Rio de Janeiro aumentou seu potencial em 6 vezes, em relação a 2005/2006. O crescimento de uma indústria metalúrgica também foi responsável por esse aumento.

Os bairros do Rio de Janeiro analisados, estão localizados no entorno da baía de Sepetiba. Os rios que cortam essa região exercem uma grande influencia na baía. Muitos desses corpos hídricos (rio São Francisco, rio Guandu, rio Guandu-Mirim) atravessam zonas industriais estudadas nessa dissertação.

**FIGURA 14.** Potencial de MTA por setor industrial



**FIGURA 15.** Potencial de MTA por setor município



### 4.3 Resultados obtidos na coleta de dados em campo

Como forma de avaliar a degradação dos corpos hídricos da região por material orgânico, foram feitas análises de DBO. Embora esse parâmetro esteja bastante associado a presença de esgoto doméstico, a poluição industrial pode contribuir para o aumento de DBO. Como demonstrado, alguns setores industriais como alimentos e papel e papelão, possuem efluentes ricos em material orgânico.

A presença de metais na água e principalmente nos sedimentos também é um forte indicativo de poluição industrial. Diversos setores industriais possuem efluentes ricos em metais. Esses metais se depositam e se acumulam nos sedimentos, principalmente nos locais de menor circulação de água. Análises desses sedimentos podem indicar a presença desses metais e sua disposição ao longo do tempo, revelando poluições mais antigas. Outros estudos serão feitos a partir dessas análises.

A primeira coleta de realizada em 04/06/2008 todos os pontos amostrados excederam muito os limites de DBO estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005<sup>4</sup> (**Quadro 9**). As quatro estações de amostragem situavam-se dentro da baía de Sepetiba

Na Ilha da Madeira e em Itacuruça o contato com a água é secundário<sup>5</sup>, para esse tipo de atividade resolução estabelece o limite de DBO em 5mg/L (classe 2). Observa-se que os valores encontrados ultrapassam em mais de 20 vezes o permitido Para essas 2 estações de coleta a influência de esgoto doméstico pode ter sido grande, dado a proximidade com canais de lançamento direto.

---

<sup>4</sup> Resolução CONAMA 357/2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

<sup>5</sup> recreação de contato secundário: refere-se aquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

**QUADRO 9.** Resultados de DBO obtidos na coleta de campo realizada em 04/06/2008

Parâmetros (mg/L)	Amostras			
	01	02	03	04
DQO	120	470	320	200
DBO	32	130,4	95,3	64,6

1. Ilha da Madureira
2. Itacuruça
3. Ibicuí
4. Muriqui

Em Ibicuí e Muriqui o contato com a água é primário<sup>6</sup>. O local é largamente utilizado por banhistas. Para esse tipo de atividade o limite permitido pela resolução é de 3mg/L. Novamente nota-se que os resultados encontrados ultrapassam esses valores.

Os resultados obtidos das coletas realizadas nos canais contribuintes a baía de Sepetiba também revelaram valores de DBO bem maiores dos que os permitidos pela resolução CONAMA 357/2005 (**Quadros 10 e 11**).

**QUADRO 10-** Resultados de DBO obtidos na coleta de campo realizada em 22/08/2008

Parâmetros (mg/L)	Amostras				
	01	02	03	04	05
DQO	121	111	< 2	2	53
DBO	57,1	53,8	nd	nd	6,7

1. Canal do Itá
2. Guandu Mirim
3. Canal de São Francisco
4. Rio Mazomba
5. Rio Saí

<sup>6</sup> Recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada.



**QUADRO 11- -Resultados de DBO obtidos na coleta de campo realizada em 22/10/2008**

Parâmetros (mg/L)	Amostras				
	01	02	03	04	05
<b>DQO</b>	77	226	8	8	45
<b>DBO</b>	62	133,3	≤ 2,0	2,1	18,5

1. Canal do Itá
2. Guandu Mirim
3. Canal de São Francisco
4. Rio Mazomba
5. Rio Saí

A primeira estação de coleta dos rios efluentes da baía de Sepetiba foi o canal do Itá. Esse canal atravessa o bairro de Santa Cruz, drenando uma área total de 69km<sup>2</sup>. Neste bairro se localizam importantes indústrias, identificadas neste trabalho, com grande potencial para DBO e tóxicos da água. Além dos despejos de esgoto doméstico, é possível que a poluição industrial contribua para esse resultado.

A segunda estação de coleta dos rios efluentes da baía de Sepetiba foi rio Guandu Mirim. Esse rio apresentou o maior valor de DBO dos rios estudados, 226mg/L. Esse rio nasce na Serra do Mendanha e corta a região industrial de Campo Grande e Santa Cruz, no total de 40,5km, até desaguar na baía de Sepetiba. Esse rio recebe diversos pontos de lançamento de esgoto doméstico, facilmente observado no trecho da Avenida João XXIII em Santa Cruz. Ao longo do seu trajeto o rio recebe águas de afluentes como os rios Capenga e Campinho. Por atravessar regiões industriais de grande importância é muito provável que esse rio carregue diversos poluentes industriais.

A terceira estação de coleta dos rios efluentes da baía de Sepetiba foi o canal do de São Francisco. Esse canal é um dos mais importantes da região, alcançando até 90m<sup>3</sup>/s de vazão (SEMADS, 2001), e recebe águas do rio Guandu, cuja bacia possui 1395km<sup>2</sup> (**Anexo 5 e 6**). Esse canal margeia diversas áreas de agricultura, e mais próximo a baía de Sepetiba atravessa o distrito industrial de Santa Cruz. A baixa concentração de DBO encontrada nesse canal pode ter sido influenciada pela alta vazão. Além disso, não havia habitações próximas ao local de coleta, o que minimiza a contribuição do esgoto doméstico nos níveis de DBO.

Uma opção, para a avaliar a poluição industrial, é analisar o sedimento quanto a presença de metais. Gomes (2009) verificou a presença de metais como zinco, titânio, manganês, nos sedimentos próximos a desembocadura do canal de São Francisco na baía de Sepetiba.

A quarta estação de coleta dos Rios efluentes da baía de Sepetiba foi o rio Mazomba. Esse rio drena 96km<sup>2</sup>, banhando o município de Itaguaí. Próximo sua a foz localiza-se a Cia mercantil Ingá. É evidente que pelo histórico dessa Cia este rio carree metais para a baía de Sepetiba. O valor de DBO encontrado demonstra que naquele trecho as águas do rio ainda se encontram em condições de balneabilidade. .

A quinta estação de coleta dos Rios efluentes da baía de Sepetiba foi o rio Saí . Esse rio nasce na Serra Piloto, tem um curso de água de 8,5km até desaguar na baía de Sepetiba, no município de Mangaratiba. A quantidade de DBO encontrada no ponto de coleta evidencia que a água é imprópria para contato primário e secundário. Embora o banho na região seja freqüente. A associação com efluentes industriais não foi possível de ser realizada dado que o potencial poluidor de Mangaratiba não pode ser calculado.

## **5. CONCLUSÃO**

Foram identificados os principais setores industriais e municípios responsáveis pela potencial emissão de poluentes das indústrias da bacia hidrográfica da baía de Sepetiba. Os resultados indicaram que poucos setores industriais são responsáveis por grande parte do potencial poluidor. E, ainda, que esses setores são constituídos por um número reduzido de indústrias.

A estimativa do potencial poluidor industrial é uma ferramenta operacional, que pode ser utilizada na tomada de decisões voltadas para a otimização do gerenciamento dos recursos hídricos. A identificação de setores e regiões com grande potencial poluidor, possibilita ao poder público concentrar esforços com o monitoramento e controle ambiental, nas zonas críticas de poluição.

O principal objetivo da metodologia do IPPS é identificar zonas críticas de poluição, ranquear os setores industriais mais poluentes e os poluentes mais críticos.

O cadastro industrial utilizado foi uma dificuldade enfrentada para a realização desse estudo. As informações foram obtidas para cada indústria individualmente, gerando um trabalho minucioso para a elaboração da listagem completa das indústrias.

Como essa metodologia emprega primariamente dados industriais, é fundamental que o cadastro esteja atualizado e correto. A exclusão de 1 única unidade industrial pode gerar resultados distorcidos da realidade. Situação que ocorreu no período de 2005/2006, com a ausência de uma indústria de papel e papelão.

O setor industrial influencia mais no potencial dos poluentes gerados que o porte da indústria. Uma indústria de grande porte pode contribuir menos para a geração de poluentes do que uma de grande porte. Para MTA, TA e STS os setores metalúrgico e

químico foram os principais geradores. Já para DBO destacou-se os setores de alimentos e papel e papelão.

Os resultados das análises de campo evidenciaram a degradação dos corpos hídricos pelo elevado nível de DBO. Análises dos sedimentos, quanto a presença de metais, podem evidenciar melhor a influencia dos despejos industriais.

Ajustes na metodologia IPPS, como a inclusão de algumas tipologias podem facilitar a identificação de áreas e indústrias críticas em termos de potencial poluidor. O monitoramento e controle da poluição industrial seriam, então, direcionados para estas áreas e indústrias, com repercussões significativas para o ambiente e para a saúde pública.

A geração e a difusão desse tipo de conhecimento poderão aprimorar instrumentos de política e de gestão ambiental, compatíveis com as exigências do desenvolvimento sustentável. O diagnóstico do comportamento dos setores produtivos da bacia hidrográfica da baía de Sepetiba, pode ser utilizado por instituições interessadas na formulação de estratégias de mitigação.

Os resultados evidenciaram zonas e indústrias críticas, com grande potencial poluidor, que devem ser priorizados nas ações de fiscalização.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- \_\_\_\_AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA), *SÉRIE-Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, Base Cartográfica Regiões e Estados do Brasil*. Região Sudeste e Região Sul, Dez. 2001.
- \_\_\_\_AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), *Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies*, New York: Mcgraw Hill, 1990.
- \_\_\_\_APHA, AWWA , WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19th edition, American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environmental Federation, Washington D. C., 1995, 953p.
- \_\_\_\_CETESB- [http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta\\_historico.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_historico.asp), acessado em Jan. 2010.
- \_\_\_\_CONCLA- COMISSÃO NACIONAL DE CLASSIFICAÇÕES  
[http://www.ibge.gov.br/concla/cl\\_corresp.php?sl=3](http://www.ibge.gov.br/concla/cl_corresp.php?sl=3)
- \_\_\_\_FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. *Nosso Rio, nossa gente: percepção e comportamento ambiental da população da Bacia do Rio das Velhas – principais descobertas*. Belo Horizonte: FEAM, 1998.
- \_\_\_\_FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE (FEEMA) *Classificação de Atividades Poluidoras*, 2002.

\_\_\_\_ GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. *Avaliação da Qualidade da Água da Bacia da Baía de Sepetiba*. Relatório obtido através de campanhas de monitoramento realizadas (OUT/95 a JUL/98), 1998.

\_\_\_\_ IBGE - *Censo2000*, <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000>

\_\_\_\_ LOONG WONG, SENIOR LECTURER IN THE SCHOOL OF BUSINESS AND GOVERNMENT, UNIVERSITY OF CANBERRA, CANBERRA, AUSTRALIA.

*Revisiting rights and responsibility: the case of Bhopal*. 2008. Disponível em:

<http://assets.leeds2.emeraldinsight.com/Insight/ViewContentServlet;jsessionid=871309AAACB1190D47FF9FF1D01D65C7?contentType=Article&Filename=Published/EmeraldFullTextArticle/Articles/3680040113.html>

\_\_\_\_ ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, *Indicadores para o estabelecimento de políticas e a tomada de decisão em saúde ambiental*. Genebra: OMS, 1998.

\_\_\_\_ *PROJETO INTERINSTITUCIONAL PORTO DE SEPETIBA: cenários, impactos e perspectivas* (UFRJ, UFRRJ, FIOCRUZ) Insumos básicos para a pesquisa n°2 – “Caracterização sócio-econômica da área de influência direta do porto de Sepetiba”. 1998.

\_\_\_\_ *PROJETO INTERINSTITUCIONAL PORTO DE SEPETIBA: cenários, impactos e perspectivas* (UFRJ, UFRRJ, FIOCRUZ) Insumos básicos para a pesquisa n°3 – “A questão ambiental na bacia da baía de Sepetiba”. 1998.

\_\_\_\_ SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (SEMADS), *Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da*

*Macrorregião 2 – Bacia da Baía de Sepetiba*, Estado do Rio de Janeiro, Projeto Planagua SEMADS/GTZ, 2001.

[ECODEBATE, 05/06/2009], <http://www.ecodebate.com.br/2009/06/05/rj-inicia-a-descontaminacao-do-terreno-da-companhia-inga-mercantil-um-dosmaiores-passivos-ambientais-do-estado/>, acessado em Jan. 2010.

<http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL1352036-5603,00.html>, acessado em Fev. 2010.

[http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/bhopal\\_desastrecont.pdf](http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/bhopal_desastrecont.pdf), acessado em Set. 2009

<http://www.comiteguandu.org.br/bacia.php>, acessado em Jan. 2010.

AZEVEDO, M. V., *Estudo da Relação entre Hepatite A e Condições de Balneabilidade em cenários de saneamento precário na região da Baía de Sepetiba- RJ* - [Dissertação de Mestrado] – ENSP, Fiocruz, 2001.

BARCELLOS, F. C., *A indústria Nacional e Seu Potencial Poluidor*, 2001.

BARCELLOS, F. C., Oliveira, J.C., Carvalho, P.G.M., *Investimento ambiental em indústrias sujas e intensivas em recursos naturais e energia*. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, Vol. 12: 33-50, 2009

BERTI, A.; Düsman, E.; Soares, L., *Efeitos da contaminação do ambiente aquático por óleos e agrotóxicos*. SaBios-Revista de Saúde e Biologia, América do Norte, 2009.

BONELLI, R. e GONÇALVES, R. R., *Ensaio sobre Política Econômica e Industrialização no Brasil*. CNI/SENAI, Rio de Janeiro, , 1996.

- BRANDAO, T.,. *Indústrias: a maior causa de conflito ambiental*. Disponível em: <http://pib.socioambiental.org/pt/noticias?id=35713>. acessado em Jan.2009, 2004.
- CARVALHO, P. G. M. e FERREIRA, M. T., *Poluição e Crescimento na Década Perdida - Políticas Governamentais 80* (Mai./Jun.), 1992,p.10-12.
- CARVALHO, P. G. M., *Potencial Poluidor e Intensidade do Consumo de Energia Elétrica*- A construção de Indicadores Ambientais a partir da PIM-PF/ IBGE.
- CUNHA, C. L. N.; FERREIRA, A. P.; ROSMAN, P. C. C.; MONTEIRO TCN., *Hydrodynamics and Water Quality Models Applied to Sepetiba Bay*. Continental Shelf Research, 26:1940-1953, 2006.
- CUNHA, C. L. N.; FERREIRA, A. P., *Modelagem matemática para avaliação dos efeitos de despejos orgânicos nas condições sanitárias de águas ambientais*. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 22, n. 8, 2006, p. 1715-1725.
- CUNHA, C. de L. da N.; FERREIRA, A. P.; ROSMAN, P. C. C.; MONTEIRO, T. C. do N., *Hydrodynamics and Water Quality Models Applied to Sepetiba Bay*. Continental Shelf Research, Holanda, 2006 .
- EKINO, S.; SUSU, M; NINOMIYA, T.; IMAMURA, K.; KITAMURA, T. *Minamata disease revisited: An update on the acute and chronic manifestations of methyl mercury poisoning*.*Journal of the Neurological Sciences*, Volume 262, Issue 1,2007.
- FERREIRA, A.P., *Inspeção microbiológica para avaliação da qualidade das águas ambientais*. Revista Brasileira de Farmácia, Rio de Janeiro, v. 84, n. 2, p. 61-63. , 2003.



FERREIRA, A. P.; CUNHA, C. L. N., *Environmental sustainability of water resources in the city of Rio de Janeiro, Brazil*. Revista Panam Salud Publica (Panam. J. Public Health), Estados Unidos, v. 18, n. 2, 2005, p. 93-99.

FERREIRA, A.P., *avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, água e em Leucopternis lacernulata (gavião-pomba). estudo de caso: baía de sepetiba, Rio de Janeiro*. Gaia Scientia, v. 3, n. 2, p. 23 - 31., 2009

FRANCO T & DRUCK G., *Padrões de industrialização, riscos e meio ambiente*. Ciência & Saúde Coletiva, 1998, 3(2):61-72.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M., *Importância da Análise de Água para a Saúde Pública em duas Regiões do Estado do Rio de Janeiro: Enfoque para Coliformes Fecais, Nitrato e Alumínio*. Cadernos de Saúde Pública, 2001, 17(3) 651-660.

GEORGE, T.S. *Minamata: pollution and the struggle for democracy in postwar Japan*. Harvard University Asia Center. Isbn 0674007859, 2001.

F, DE CARVALHO GOMES; J. M. GODOY, M.L.D.P. GODOY; Z.L. DE CARVALHO; R.T. LOPES; J.-A. SANCHEZ-CABEZA; L.D. DE LACERDA; J.C. WASSERMAN. *Heavy metals in sediment profiles from Sepetiba and Ribeira Bays: A comparative study*. EDP Sciences, 2009.

GRANDJEAN, P.; LANDRIGAN, P. J., *Developmental neurotoxicity of industrial chemicals*. Lancet 2006; 368: 2167-78.

HACON, S.; BARROCAS, P.; SICILIANO, S., *Avaliação de risco para a saúde humana: uma contribuição para a gestão integrada de saúde e ambiente*. Cadernos Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, 2005, p. 811-836.

HELDER, C., *Uma Avaliação da Qualidade das Águas Costeiras do Rio de Janeiro*. Fundação de Estudos do Mar. 1998, pg. 169-196..

HETTIGE, H; MARTIN, P.; SINGH, M. WHEELER, D., *The industrial Pollution Projection System*. Policy Research Department, Policy Research Working Paper, 1431, The World Bank, 1995.

HOBBSAWN, E.,. *Era dos Extremos: O Breve Século XX: 1914-1991*. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

IMHOFF, K. Manual de tratamento de águas residuárias, São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1996.

KALE, E., *Estudo Experimental na baía de Sepetiba para obtenção de dados de velocidade em águas costeiras para a utilização na calibração e validação de resultados de métodos* – [Dissertação de mestrado] - Fiocruz, ENSP. . 2000.

KEBEDE, E.; SCHEREINER, D. F.; HULUKA, G., *Economic Environmental Modeling of Point Source Pollution in Jefferson County, Alabama, USA*, Department of Agricultural and Environmental Sciences, Tuskegee University, Tuskegee. Journal of Environmental Management, 2002. 65, pp. 85 – 94.

LAPLANTE, B.; SMITS K., *Estimating Industrial Pollution in Latvia*. Development Research Department, The World Bank, Washington, D. C, 1998..

- M.-F. VAN BRESSEM *ET AL.*, *A preliminary overview of skin and skeletal diseases and traumata in small cetaceans from south American waters*. LAJAM 6(1): 7-42, June 2007.
- MICARONI, R.C.C.M.; BUENO, M.I.M.S. & JARDIM, W.F. *Compostos de mercúrio. Revisão de métodos de determinação, tratamento e descarte*. Quím. Nova. 2000, vol.23, n.4, pp. 487-495
- MOLISANI, M. M.; MACHADO, W.; PARAQUETTI, H. H. M.; BIDONE, D.; LACERDA, L.D., *Environmental changes in Sepetiba Bay, SE Brazil*. Reg Environ Change, 4:17–27, 2004.
- MELGES-FIGUEIREDO, L.H., *Contaminação das Águas e Sedimentos das Baías de Sepetiba e da Ilha Grande por efluentes Domésticos e industriais*, 1999.
- MONTEZUMA, P. N., *Impactos nos processos de assoreamento na baía de Sepetiba-RJ, de sedimentos oriundos da bacia contribuinte e de dragagens – [Dissertação de mestrado] – UFRJ, 2007.*
- MOTA, S., *Introdução à engenharia ambiental*, 3 ed. Rio de Janeiro: ABES. 2003.
- MORENO, R. A. M., *Estimativa de Potencial Poluidor nas Indústrias: O caso do Estado do Rio de Janeiro - [Dissertação de mestrado] – COPPE, UFRJ, 2005.*
- OKETOLA, A.A.; OSIJANGO, O., *Estimating sectorial pollution load in Lagos by Industrial Pollution Projection System (IPPS)*. Science of the total environment, 2006.

- PARAQUETTI, H. H. M.; LACERDA, L. D.; MARINS, R. V.; MOUNIER, S.,  
*Distribuição de metais dissolvidos (Cu, Cd, Pb e Hg) nas água da baía de Sepetiba, Rio de Janeiro – Brasil.*, XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar - XII COLACMAR, Florianópolis, 2007.
- PERES F. *Onde mora o perigo? O processo de desenvolvimento de uma metodologia de diagnóstico rápido da percepção de risco no trabalho rural* -[Tese de Doutorado] - Campinas: Unicamp, 2003.
- PINTO, L. M. O.; *Implicações da contaminação por metais pesados no meio ambiente da baía de Sepetiba e entorno: O caso da Cia Mercantil Ingá* - [Dissertação de mestrado] - UFF, 2005.
- REZENDE, C. E., *Balanço de Matéria Orgânica e Metais Pesados em um Ecossistema de mangue na Baía de Sepetiba-RJ* – [Dissertação de mestrado] - UFF, Niterói, 1988.
- ROCHA, D., *Proposta metodológica para integração dos instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos* - [Tese de doutorado]- COPPE, UFRJ, 2007.
- SANTOS, A. L. B. DOS; PESSANHA, A. L. M. ; ARAÚJO, F. G.; COSTA, R.M.  
*Condicionantes ambientais na distribuição e no período reprodutivo do **Orthopristis ruber** (Cuvier) (Teleostei, Haemulidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil.*  
Revista Brasileira de Zoologia 24 (4): 1017–1024, dez. 2007.
- SCHEREN, P. A. G. M.; ZANTING, H.A.; LEMMENS, A. M. C.,. *Estimation of Water Pollution Sources in Lake Victoria, East Africa: Application and Elaboration of the Rapid Assesment Methodology.* Journal of Environmental Management, 2000, 58, pp. 235 – 248.

SLOVIC, P., *Perception Risk from Radiation, en The Medical Basis for Radiation-Accident Preparedness III. The Psychological Perspective*, Ricks, Berger y O'Hara (Eds.), Elsevier Science Publishing, Co. Inc, 2000.

SNOW, J., *Sobre a maneira de transmissão de cólera*. Rio de Janeiro, 1967.

SOR, J. L.; JUNIOR, C. J.; GUIMARÃES, L. T.; MORENO, R. A. M., *Relatório piloto com aplicação da metodologia IPPS ao estado do Rio de Janeiro uma estimativa do potencial da poluição industrial do ar*. Textos para discussão, n.2, IBGE, Rio de Janeiro, 2008.

TORRES, H. G., *Indústrias Sujas e Intensivas em Recursos Naturais: importância crescente no cenário industrial brasileiro*. In: MARTINE, G. (org.). *População, Meio Ambiente e Desenvolvimento - verdades e contradições*, Campinas, UNICAMP, 1996, p.43-53.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C., *A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para 2025*. 2000.

VALLADÃO, A. L., *Simulação Numérica dos despejos desordenados de esgotos na Baía de Sepetiba e os efeitos sobre a balneabilidade*. - [Dissertação mestrado] - ENSP, Fiocruz, 1999.

VINK, R.; BEHRENDT, H.; SALOMONS, W., *Development of the heavy metal pollution trends in several European Rivers: an analysis of point and diffuse sources*. *Wat. Sci.Tech.*, 1999, 39 (12): 215-223.

YOUNG, C. E. F., *Economic Adjustment Policies and the Environment: A Case Study of Brazil*. - [PhD Dissertation] - University College London, 1996.

WALKER, V. R., *Direct Inference, Probability, and a Conceptual Gap in Risk.*

Communication, Risk Analysis, Risk Analysis, 1995, 15(5) pp 603-609.

ZVEIBIL, V. Z., *A gestão do saneamento: grande desafio para os municípios.* Rev. Adm.

Munic; 2001, 45(228):10-15.

# ANEXOS





## Anexo2 – Lista poluentes descritos no TRI

TRI Chemicals, 1989		
Chemical	Chemical Name	Metals
71556	1,1,1-TRICHLOROETHANE	
79345	1,1,2,2-TETRACHLOROETHANE	
79005	1,1,2-TRICHLOROETHANE	
57147	1,1-DIMETHYL HYDRAZINE	
120821	1,2,4-TRICHLOROBENZENE	
95636	1,2,4-TRIMETHYLBENZENE	
106887	1,2-BUTYLENE OXIDE	
96128	1,2-DIBROMO-3-CHLOROPROPANE	
106934	1,2-DIBROMOETHANE	
95501	1,2-DICHLOROBENZENE	
107062	1,2-DICHLOROETHANE	
540590	1,2-DICHLOROETHYLENE	
78875	1,2-DICHLOROPROPANE	
122667	1,2-DIPHENYLHYDRAZINE	
106990	1,3-BUTADIENE	
541731	1,3-DICHLOROBENZENE	
542756	1,3-DICHLOROPROPYLENE	
106467	1,4-DICHLOROBENZENE	
123911	1,4-DIOXANE	
82280	1-AMINO-2-METHYLANTHRAQUINONE	
95954	2,4,5-TRICHLOROPHENOL	
88062	2,4,6-TRICHLOROPHENOL	
94757	2,4-D	
615054	2,4-DIAMINOANISOLE	
39156417	2,4-DIAMINOANISOLE SULFATE	
120832	2,4-DICHLOROPHENOL	
105679	2,4-DIMETHYLPHENOL	
95807	2,4-DIAMINOTOLUENE	
51285	2,4-DINITROPHENOL	
121142	2,4-DINITROTOLUENE	
606202	2,6-DINITROTOLUENE	
87627	2,6-XYLIDINE	

Chemical	Chemical Name	Metals
53963	2-ACETYLAMINOFUORENE	
117793	2-AMINOANTHRAQUINONE	
532274	2-CHLOROACETOPHENONE	
110805	2-ETHOXYETHANOL	
109864	2-METHOXYETHANOL	
88755	2-NITROPHENOL	
79469	2-NITROPROPANE	
90437	2-PHENYLPHENOL	
91941	3,3'-DICHLOROBENZIDINE	
119904	3,3'-DIMETHOXYBENZIDINE	
119937	3,3'-DIMETHYLBENZIDINE	
101804	4,4'-DIAMINODIPHENYL ETHER	
80057	4,4'-ISOPROPYLIDENEDIPHENOL	
101144	4,4'-METHYLENEBIS (2-CHLOROANILINE) (MBOCA)	
101611	4,4'-METHYLENEBIS (N,N-DIMETHYL) (BENENAMINE)	
101779	4,4'-METHYLENEDIANILINE	
139651	4,4'-THIODIANILINE	
534521	4,6-DINITRO-O-CRESOL	
60093	4-AMINOAZOBENZENE	
92671	4-AMINOBIIPHENYL	
60117	4-DIMETHYLAMINOAZOBENZENE	
92933	4-NITROBIIPHENYL	
100027	4-NITROPHENOL	
99592	5-NITRO-O-ANISIDINE	
75070	ACETALDEHYDE	
60355	ACETAMIDE	
67641	ACETONE	
75058	ACETONITRILE	
107028	ACROLEIN	
79061	ACRYLAMIDE	
79107	ACRYLIC ACID	
107131	ACRYLONITRILE	
309002	ALDRIN	
107051	ALLYL CHLORIDE	
134327	ALPHA-NAPHTHYLAMINE	

Chemical	Chemical Name	Metals
7429905	ALUMINUM (FUME OR DUST)	m
7664417	AMMONIA	
6484522	AMMONIUM NITRATE (SOLUTION)	
7783202	AMMONIUM SULFATE (SOLUTION)	
62533	ANILINE	
120127	ANTHRACENE	
7440360	ANTIMONY	m
7440382	ARSENIC	
1332214	ASBESTOS (FRIABLE)	
7440393	BARIUM	m
98873	BENZAL CHLORIDE	
55210	BENZAMIDE	
71432	BENZENE	
92875	BENZIDINE	
98077	BENZOIC TRICHLORIDE	
98884	BENZOYL CHLORIDE	
94360	BENZOYL PEROXIDE	
100447	BENZYL CHLORIDE	
7440417	BERYLLIUM	m
91598	BETA-NAPHTHYLAMINE	
57578	BETA-PROPIOLACTONE	
92524	BIPHENYL	
108601	BIS (2-CHLORO-1-METHYLETHYL) ETHER	
111444	BIS(2-CHLOROETHYL) ETHER	
103231	BIS(2-ETHYLHEXYL) ADIPATE	
542881	BIS(CHLOROMETHYL) ETHER	
75252	BROMOFORM	
74839	BROMOMETHANE	
141322	BUTYL ACRYLATE	
85687	BUTYL BENZYL PHTHALATE	
123728	BUTYRALDEHYDE	
4680788	C.I. ACID GREEN 3	
569642	C.I. BASIC GREEN 4	
989388	C.I. BASIC RED 1	
1937377	C.I. DIRECT BLACK 38	

Chemical	Chemical Name	Metals
2602462	C.I. DIRECT BLUE 6	
16071066	C.I. DIRECT BROWN 95	m
2832408	C.I. DISPERSE YELLOW 3	
3761533	C.I. FOOD RED 5	
3118976	C.I. SOLVENT ORANGE 7	
842079	C.I. SOLVENT YELLOW 14	
97563	C.I. SOLVENT YELLOW 3	
492808	C.I. SOLVENT YELLOW 34	
128665	C.I. VAT YELLOW 4	
81889	C.I. FOOD RED 15	
7440439	CADMIUM	m
156627	CALCIUM CYANAMIDE	
133062	CAPTAN	
63252	CARBARYL	
75150	CARBON DISULFIDE	
56235	CARBON TETRACHLORIDE	
463581	CARBONYL SULFIDE	
120809	CATECHOL	
133904	CHLORAMBEN	
57749	CHLORDANE	
7782505	CHLORINE	
10049044	CHLORINE DIOXIDE	
79118	CHLOROACETIC ACID	
108907	CHLOROBENZENE	
510156	CHLOROBENZILATE	
75003	CHLOROETHANE	
67663	CHLOROFORM	
74873	CHLOROMETHANE	
107302	CHLOROMETHYL METHYL ETHER	
126998	CHLOROPRENE	
1897456	CHLOROTHALONIL	
7440473	CHROMIUM	m
7440484	COBALT	m
7440508	COPPER	m
1319773	C RSOL (MIXED ISOMERS)	

Chemical	Chemical Name	Metals
98828	CUMENE	
80159	CUMENE HYDROPEROXIDE	
135206	CUPFERRON	
110827	CYCLOHEXANE	
1163195	DECABROMODIPHENYL OXIDE	
117817	DI(2-ETHYLHEXYL) PHTHALATE	
1303164	DIALATE	
25376458	DIAMINOTOLUENE (MIXED ISOMERS)	
334883	DIAZOMETHANE	
132649	DIBENZOFURAN	
84742	DIBUTYL PHTHALATE	
25321226	DISCHLOROBENZENE (MIXED ISOMERS)	
75274	DICHLOROBROMOMETHANE	
75092	DICHLOROMETHANE	
62737	DICHLORVOS	
115322	DICOFOL	
1464535	DIEPOXYBUTANE	
111422	DIETHANOLAMINE	
84662	DIETHYL PHTHALATE	
64675	DIETHYL SULFATE	
131113	DIMETHYL PHTHALATE	
77781	DIMETHYL SULFATE	
79447	DIMETHYLCARBAMYL CHLORIDE	
106898	EPICHLOROHYDRIN	
140885	ETHYL ACRYLATE	
541413	ETHYL CHLOROPFORMATE	
100414	ETHYLBENZENE	
74851	ETHYLENE	
107211	ETHYLENE GLYCOL	
75218	ETHYLENE OXIDE	
96457	ETHYLENE THIOUREA	
151564	ETHYLENEIMINE	
2164172	FLUOMETURON	
50000	FORMALDEHYDE	
76131	FREON 113	

Chemical	Chemical Name	Metals
76448	HEPTACHLOR	
87683	HEXACHLORO-1,3-BUTADIENE	
118741	HEXACHLOROBENZENE	
77474	HEXACHLOROCYCLOPENTADIENE	
67721	HEXACHLOROETHANE	
1335871	HEXACHLORONAPHTHALENE	
680319	HEXAMETHYLOPHOSPHORAMIDE	
302012	HYDRAZINE	
10034932	HYDRAZINE SULFATE	
7647010	HYDROCHLORIC ACID	
74908	HYDROGEN CYANIDE	
7664393	HYDROGEN FLUORIDE	
123319	HYDROQUINONE	
78842	ISOBUTYRALDEHYDE	
67630	ISOPROPYL ALCOHOL (MANUFACTURING)	
7439921	LEAD	m
58899	LINDANE	
108394	M-CRESOL	
108316	MALEIC ANHYDRIDE	
12427382	MANEB	m
7439965	MANGANESE	m
7439976	MERCURY	m
67561	METHANOL	
72435	METHOXYCHLOR	
96333	METHYL ACRYLATE	
78933	METHYL ETHYL KETONE	
60344	METHYL HYDRAZINE	
74874	METHYL IODIDE	
108101	METHYL ISOBUTYL KETONE	
624839	METHYL ISOCYANATE	
80626	METHYL METHACRYLATE	
1634044	* METHYL TERT-BUTYL ETHER	
74953	METHYLENE BROMIDE	
101688	METHYLENEBIS (PHENYLISOCYANATE)	

Chemical	Chemical Name	Metals
90948	MICHLER'S KETONE	
1313275	MOLYBDENUM TRIOXIDE	m
505602	MUSTARD GAS	
121697	N,N-DIMETHYLANILINE	
71363	N-BUTYL ALCOHOL	
117840	N-DIOCTYL PHTHALATE	
759739	N-NITROSO-N-ETHYLUREA	
684935	N-NITROSO-N-METHYLUREA	
924163	N-NITROSODI-N-BUTYLAMINE	
621647	N-NITROSODI-N-PROPYLAMINE	
55185	N-NITROSODIETHYLAMINE	
62759	N-NITROSODIMETHYLAMINE	
86306	N-NITROSODIPHENYLAMINE	
4549400	N-NITROSOMETHYLVINYLAMINE	
59892	N-NITROSOMORPHOLINE	
16543558	N-NITROSORNICOTINE	
100754	N-NITROSOPIPERIDINE	
91203	NAPHTHALENE	
7440020	NICKEL	m
7697372	NITRIC ACID	
139139	NITRILOTRIACETIC ACID	
98953	NITROBENZENE	
1836755	NITROFEN	
51752	NITROGEN MUSTARD	
55630	NITROGLYCERIN	
90040	O-ANISIDINE	
134292	O-ANISIDINE HYDROCHLORIDE	
95487	O-CRESOL	
95534	O-TOLUIDINE	
636215	O-TOLUIDINE HYDROCHLORIDE	
95476	O-XYLENE	
2234131	OCTACHLORONAPHTHALENE	
20816120	OSMIUM TETROXIDE	m
104949	P-ANISIDINE	
120718	P-CRESIDINE	

Chemical	Chemical Name	Metals
106445	P-CRESOL	
156105	P-NITROSODIPHENYLAMINE	
106503	P-PHENYLENEDIAMINE	
106423	P-XYLENE	
56382	PARATHION	
87865	PENTACHLOROPHENOL	
79210	PERACETIC ACID	
108952	PHENOL	
75445	PHOSGENE	
7664362	PHOSPHORIC ACID	
7723140	PHOSPHORUS (YELLOW OR WHITE)	
85449	PHTHALIC ANHYDRIDE	
88891	PICRIC ACID	
1336363	POLYCHLORINATED BIPHENYLS	
1120714	PROPANE SULFONE	
123366	PROPIONALDEHYDE	
114261	PROPOXUR	
115071	PROPYLENE	
75569	PROPYLENE OXIDE	
75558	PROPYLENEIMINE	
110861	PYRIDINE	
91225	QUINOLINE	
106514	QUINONE	
82688	QUINTOZENE	
61072	SACCHARIN (MANUFACTURING ONLY, NO PROCESSOR)	
94597	SAFROLE	
78922	SEC-BUTYL ALCOHOL	
7782492	SELENIUM	
7440224	SILVER	m
100425	STYRENE	
96093	STYRENE OXIDE	
7664939	SULFURIC ACID	
75650	TERT-BUTYL ALCOHOL	
127184	TETRACHLOROETHYLENE	
961115	TETRACHLORVINPHOS	



Chemical	Chemical Name	Metals
7440280	THALLIUM	m
62555	THIOACETAMIDE	
62566	THIOUREA	
1314201	THORIUM DIOXIDE	m
7550450	TITANIUM TETRACHLORIDE	m
108883	TOLUENE	
584849	TOLUENE-2,4-DIISOCYANATE	
91087	TOLUENE-2,6-DIISOCYANATE	
8001352	TOXAPHENE	
68768	TRIAZICUONE	
52686	TRICHLORFON	
79016	TRICHLOROETHYLENE	
1582098	TRIFLURALIN	
126727	TRIS (2,3-DIBROMOPROPYL) PHOSPHATE	
51796	URETHANE	
7440622	VANADIUM (FUME OR DUST)	m
108054	VINYL ACETATE	
593602	VINYL BROMIDE	
75014	VINYL CHLORIDE	
75354	VINYLDENE CHLORIDE	
1330207	XYLENE (MIXED ISOMERS)	
7440666	ZINC (FUME OR DUST)	m
12122677	ZINEB	m
	ANTIMONY COMPOUNDS	m
	ARSENIC COMPOUNDS	
	BARIIUM COMPOUNDS	m
	BERYLLIUM COMPOUNDS	m
	CADMIUM COMPOUNDS	m
	CHLOROPHENOLS	
	CHROMIUM COMPOUNDS	m
	COBALT COMPOUNDS	m
	COPPER COMPOUNDS	m
	CYANIDE COMPOUNDS	
	GLYCOL ETHERS	
	LEAD COMPOUNDS	m

Chemical	Chemical Name	Metals
	MANGANESE COMPOUNDS	m
	MERCURY COMPOUNDS	m
	NICKEL COMPOUNDS	m
	POLY BROMINATED BIPHENYLS	
	SELENIUM COMPOUNDS	
	SILVER COMPOUNDS	m
	THALLIUM COMPOUNDS	m
	ZINC COMPOUNDS	m

**Nota** - m: metais

### Anexo 3 - Descrição abreviada da Classificação Nacional de Atividades Econômicas

Código da divisão	Descrição da divisão CNAE	Abreviação da divisão CNAE
15	Fabricação de Produtos Alimentícios e Bebidas	Alimentos
16	Fabricação de Produtos do Fumo	Fumo
17	Fabricação de Produtos Têxteis	Têxtil
18	Confeção de Artigos do Vestuário e Acessórios	Vestuário
19	Preparação de Couros e Fabricação de Artefatos de Couro, Artigos de Viagem e Calçados	Couros
20	Fabricação de Produtos de Madeira	Madeira
21	Fabricação de Celulose, Papel e Produtos de Papel	Papel e papelão
22	Edição, Impressão e Reprodução de Gravações	Editorial e Gráfica
23	Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	Refino de Petróleo
24	Fabricação de Produtos Químicos	Química
25	Fabricação de Artigos de Borracha e Plástico	Plásticos e borracha
26	Fabricação de Produtos Minerais Não-Metálicos	Minerais Não-metálicos
27	Metalurgia Básica	Metalúrgica
28	Fabricação de Produtos de Metal-Exclusive Máquinas e Equipamentos	Produtos de Metal
29	Fabricação de Máquinas e Equipamentos	Máquinas e Equipamentos
30	Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	Informática
31	Fabricação de Máquinas, Aparelhos e Materiais Elétricos	Material Elétrico
32	Fabricação de Material Eletrônico e de Aparelhos e Equipamentos de Comunicações	Material Eletrônico e Comunicações
33	Fabricação de Equipamentos de Instrumentação Médico - Hospitalares, Instrumentos de Precisão e Ópticos, Equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	Equipamentos de precisão
34	Fabricação e Montagem de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias	Veículos Automotores
35	Fabricação de Outros Equipamentos de Transporte	Transporte
36	Fabricação de Móveis e Indústrias Diversas	Mobiliário e Diversas
37	Reciclagem	Reciclagem

Fonte: Moreno, 205

**Anexo 4 - Dados descritivos referentes a coleta de campo realizadas em: 04/06/2008, 20/08/2008 e 22/10/2008**

<b>No da Amostra</b>	<b>Local</b>	<b>Data hora</b>	<b>Coordenada GPS</b>	<b>Temperatura da água</b>
<b>1</b>	<b>Ilha da Madeira</b>  OBS. Água escura, lodosa	04/06/2008  9h40min	33m elevação  S 22° 55'02.8''  HO 43° 50'54.9''	20 °C
<b>2</b>	<b>Itacuruça</b>  OBS: prox a saída dos barcos Água escura	04/06/2008  10h30min	2m elevação  S 22° 55'48.7''  HO 43° 54'29.7''	21°C
<b>3</b>	<b>Muriqui</b>  OBS:Prox. Iate Clube  Água turva	04/06/2008  11hs	3m elevação  S 22° 55'36.3''  HO 43° 57' 00''	24°C
<b>4</b>	<b>Ibicuí</b>  OBS: águas claras	04/06/2008  11h40min	10m elevação  S 22° 57'44''  HO 44° 01'31''	23°C

<b>No da Amostra</b>	<b>Local</b>	<b>Data hora</b>	<b>Coordenada GPS</b>	<b>Temperatura da água</b>
<b>1</b>	Canal do Itá Sta Cruz Av João XXIII  Completamente Degradado	20/08/2008  9h24min	Elevação: -3m S 22° 54'32.7'' HO: 43° 41'43''	21°C
<b>2</b>	Guandu Mirim  Completamente degradado	9h48min	Elevação: 7m  S 22° 54'19.8'' HO 43° 42'36.2''	23°C
<b>3</b>	Canal do São Francisco  Plantação de coqueiros as margens	10h03min	Elevação: -1m S 22° 53'02.8'' HO 43'02.8''	21°C
<b>4</b>	Rio Mazomba Itaguaí/ Face Oeste Ilha da Madeira  Assoreado	10h38min	Elevação: 6m  S 22° 52'11.7'' HO 43° 48'23.1''	24°C
<b>5</b>	Rio Saí Praia do Saí/ Mangaratiba  Desembocadura da baía	11h20min	Elevação: 2m  S 22° 56'30.3'' HO 44° 00'15.0''	24°C

<b>No da Amostra</b>	<b>Local</b>	<b>Data hora</b>	<b>Coordenada GPS</b>	<b>Temperatura da água</b>
<b>1</b>	Canal do Itá Sta Cruz Av João XXIII	22/10/2008  09h55min	Elevação: -3m S 22° 54'32.7'' HO: 43° 41'43''	21° C
<b>2</b>	Guandu Mirim  Completamente degradado	10h18min	Elevação: 7m  S 22° 54'19.8'' HO 43° 42'36.2''	20° C
<b>3</b>	Canal do São Francisco  Plantação de coqueiros as margens	10h52min	Elevação: -1m S 22° 53'02.8'' HO 43'02.8''	19° C
<b>4</b>	Rio Mazomba Itaguaí/ Face Oeste Ilha da Madeira  Assoreado	11h24min	Elevação: 6m  S 22° 52'11.7'' HO 43° 48'23.1''	23° C
<b>5</b>	Rio Saí Praia do Saí/ Mangaratiba  Desembocadura da baía	12h19min	Ponto 31	20° C





Anexo 6 - Mapa de localização das sub-bacias dos rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim

