Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

Lilian Calazans Costa

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

Dissertação apresentada à Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca para obtenção do grau de Mestre em Ciências
Sub-Área: Gestão dos problemas ambientais e promoção da saúde

Orientador: Aldo Pacheco Ferreira

RIO DE JANEIRO

Março de 2010

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

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[a]. Inês Echenique Mattos, Dr. Salvatore Siciliano e Dr. Judicael Clevelario Junior, pela composição da banca examinadora e pelas sugestões extremamente valiosas.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	**9**
1.1	Perguntas Condutoras	**12**
1.2	Justificativa	**14**
1.3	Objetivos	**14**
1.3.1	Objetivo geral	**14**
1.3.2	Objetivos específicos	**14**
2	REVISÃO DE LITERATURA	**15**
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 Baia de Sepetiba	**19**
2.4.1	Aspectos Históricos	**19**
3	METODOLOGIA	**22**
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	**42**

3.3	Metodologia de Campo	
3.4	Limitações metodológicas	**45**
3.5	Aspectos éticos	**46**
4	RESULTADOS	**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**
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	**72**
	Anexo 1 – Lista de poluentes estimados pelo IPPS	**83**
	Anexo 2– Descrição abreviada da Classificação Nacional de Atividades Econômicas	**93**
	Anexo 3 – Classificação Nacional de Atividades Econômicas - 1995	**94**
	Anexo 4 - Dados descritivos referentes a coleta de campo	**100**
	Anexo 5- Mapa das Regiões Hidrográficas do Estado Rio Janeiro	**103**
	Anexo 6- Mapa localização da bacia dos rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim	**104**
	Anexo 7- Mapa de localização das sub-bacias dos rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim	**105**

LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS

AIRS	Aerometic 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

A água é um recurso natural renovável, imprescindível à vida. Na natureza existe de forma relativamente abundante e, por isso, acreditava-se ser um bem ilimitado e dotado de inesgotável capacidade de renovação a despeito de quaisquer descargas de poluentes.

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 descritos como os 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, evidenciaram 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.

Deve-se ressaltar que, 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. Entretanto, 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 a do 'Industrial Pollution Projection System' (IPPS), desenvolvida 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).

Desse modo, 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

Para o delineamento do estudo, vale ressaltar algumas questões norteadoras, tais como:

- ✓ 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. Dessa forma, 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 se caracteriza por ser uma zona estuarina e de mangue, constituindo-se 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 [1]tradicionais (classificação de acordo com Bonelli e Gonçalvez, 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 possuia 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 incorporava padrões tecnológicos avançados para a base nacional, mas ultrapassados com relação ao meio ambiente. Segundo o autor, esse padrão de produção se manteve 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.

Com dados da Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física (PIM-PF), do IBGE, e da Classificação de Atividades Industriais e não Industriais e seu Potencial Poluidor, da FEEMA, Carvalho e Ferreira (1992) analisaram as relação indústria-potencial

[1] produtoras de bens de consumo não duráveis

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 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.

2.3 Indústrias, Saúde e Meio Ambiente

Segundo Moreno (2005), 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”.

A revolução industrial ocorrida na Inglaterra durante o século XIX é descrita como o evento gerador de transformações profundas 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 consideradas 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: água, ar e solo e a saúde dos ecossistemas e a humana, (Barcellos, 2009).

O comprometimento da saúde humana devido ao resíduo industrial é freqüente e continuo. 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 contraia 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 freqüentes 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 at 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 cerca de 2167 km^2. 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. Destacam-se:

- 1920 – Comissão de Estudos para a desobstrução do Rio Guandu
- 1922 – Comissão de Estudos da Baixada Fluminense
- 1925 – Comissão de Obras contra inundações da Lagoa Feia e Campos de Santa Cruz
- 1930 – Comissão de Dragagem dos Rios Itá e Guandu
- 1931 - Comissão de Saneamento e Dragagem de Santa Cruz

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.[2]

[2] Aspectos históricos: baseado em SEMADS, 2001

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização do sítio de estudo

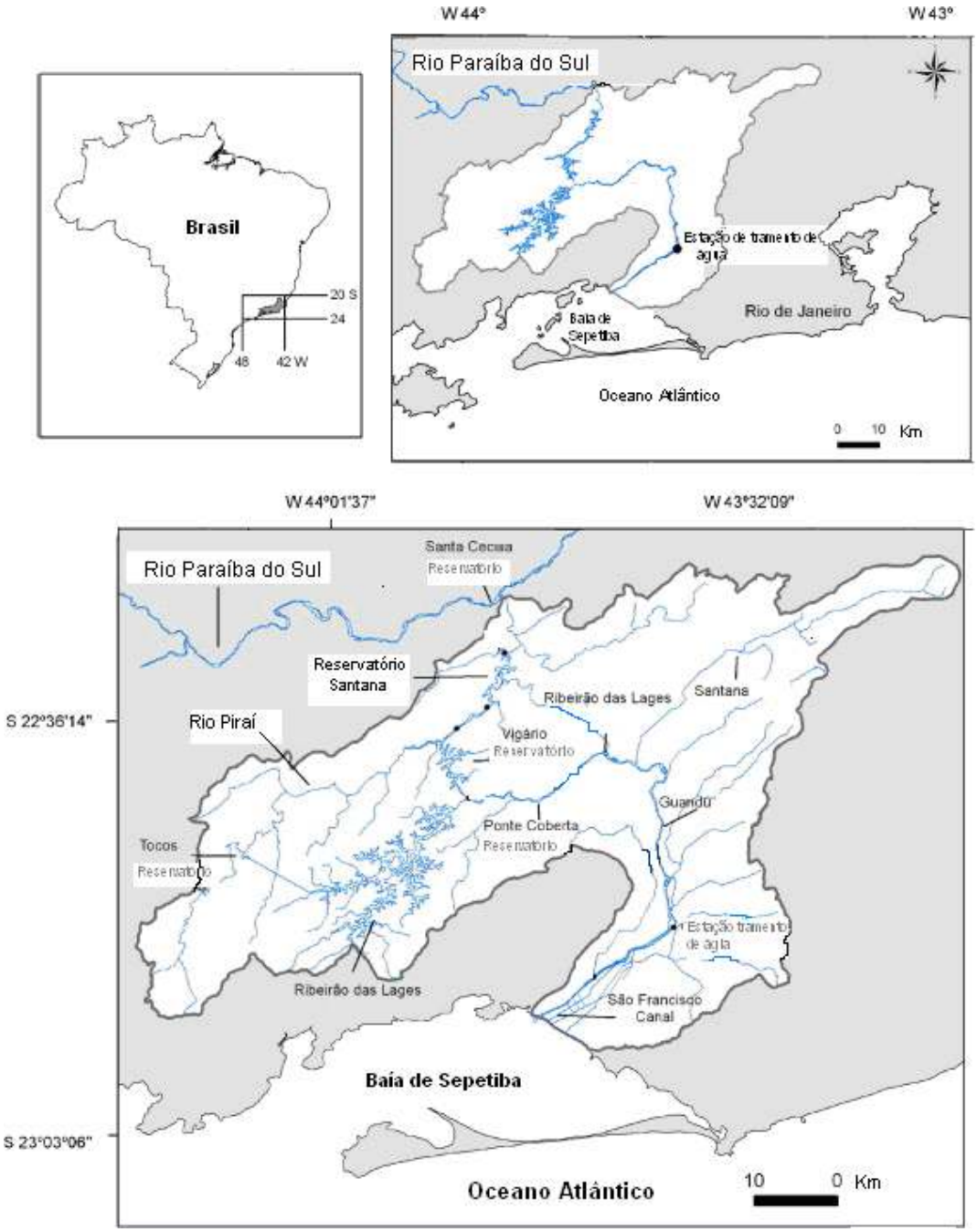
3.1.1 Bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba

A bacia hidrográfica contribuinte da baía de Sepetiba ocupa uma área de aproximadamente 2.711 km^2, 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 e1evatórias, 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
LITORAL OESTE	Córrego Caratucaia, Rio Jacarei, Rio Grande		
	Rio Ingaíba	Rio Santo Antônio e Córrego do Babanal	
	Rio São Bráz	Rio do Patrimônio e Rio dos Bagres.	
	Rio da Lapa (ou do Saco)	Rio Malulu e Rio Banguela	
	Rio Sal	Córrego do Rubião	
	Córrego João Gago, Córrego da Praia Grande, Rio Muriqui (ou da Prata), Rio Catumbi, Rio Muxconga ou da Fazenda, Rio da draga, Rio Botafogo, Rio Tingussu, Rio Timirim, Córrego Coroa Grande, Rio do Pereira, Córrego Vermelho, Córrego Briza-Mar		
	Rio Mazomba-Cação	Rios Mazombinha , Pouso Frio e Mandi	
		Cai-Tudo ou Canal do Guilombo	
		Rio Piloto	Rio Meio Dia, Vala do Brejo e Rio Piranema.
		Valão dos Burros	
ITAGUAÍ	Rio da Guarda - Canal do Santo Inácio	Valão dos Bois	Córrego Águas Lindas, Valão do China
	Ribeirão das Lajes - Rio Guandu - Canal de São Francisco	Valinha	
		Canal Ponte Preta	
		Vala 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 Patrícia, Córrego Recreio, Rio Passa Vinte, Rio Ponte de Zinco, Córrego Pedra Grande, Rio Pires, Rio da Prata, Rio Piloto, Rio Bálsamo e Rio das Palmeiras Afluentes a jusante da UHE Pereira Passos: Ribeirão da Floresta, Córrego do Bandá, Córrego Paraíso, Rio Saudoso, Rio dos Macacos, Vala Jonas Leal, Rio Cacaria, Rio da Onça e Valão do Areia
RIO GUANDU		Rio Santana	rios Facão, 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 Queimados 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, Vala do Sangue, Vala da Goiaba	
	Rio das Flexas ou Canal Pau Flexas		
	Rio do Ponto (ou Covanca)	Rio Piai	
LITORAL LESTE	Rio Piraquê-Cabuçu	rios da Prata, Caboclos, Peri-Peri, dos Porcos, Consulado, Morto, Cachoeira, da Balata, do Lameirão, do Gato, Cabuçu Mirim, Valão das Cinzas, das Pedras e José Sena.	
	Rio Piracão		
	Rio Portinho	Canal do Portinho e os Rios Itapuca, Santo Antônio, Escota, Olaria, Gota Funda, Cabaceiro, Engenho Novo, Lavras, Vala Domingos Ferro e Canal do Capitão.	
	Rio João Correia	Riacho do Campo de São João	
RESTINGA DA MARAMBAIA E ILHAS DA BAÍA	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 5**)., (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^2	% do Município incluso na Bacia	% da Bacia Incluso 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, Comercio 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

3.1.4 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 baia 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. A profundidade máxima é de 30 m, próxima à Ilha de Itacuruçá, porém 40% de sua área possui profundidade média de 5 m. O fundo da baía é principalmente 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 carreia águas originalmente desviadas do rio Paraíba do Sul (**Tabela 1**).

TABELA 1. Principais Rios afluentes da baía de Sepetiba

Rios/Canais	Descarga (m^3/s)
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 Cação	1.1

Fonte: Cunha, 2006.

A atividade industrial desta região é responsável pelo lançamento de várias substâncias potencialmente tóxicas na baia 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).

Contudo, 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.

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. Destacam-se a utilização dos seguintes agrotóxicos como fungicidas (hidróxido de cobre), inseticidas (fosfeto de alumínio), herbicidas (glifosato 2,4D; 2,4 DB, derivados de MCPA).

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 direta e significativamente, 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. Essa empresa estava instalada na bacia contribuinte da baía de Sepetiba, na Ilha da Madeira, próximo ao Porto de Sepetiba. Construída em 1962, era

responsável pelo processamento de minério para a produção de zinco de alta pureza. O processo produtivo gerava grandes quantidades de resíduos contendo metais pesados, como o cádmio. Esses resíduos foram 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.

Ao decretar falência em 1998, a empresa abandonou 390 mil m^3 de efluentes líquidos, que ocupavam uma área de 260 mil m^2. 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.

Os coeficientes utilizados por este método foram construídos a partir de cinco bancos de dados que contém as informações gerais e do desempenho ambiental das indústrias americanas, obtidas do censo industrial *US. Manufacturing Census*, e de dados de emissão de poluentes da agência ambiental americana, a *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA), (MORENO, 2005).

Estes coeficientes relacionam a emissão de poluentes com uma medida da atividade industrial (valor de produção, valor adicionado ou número de empregados da produção) de acordo com a fórmula:

$$\textbf{Coeficiente de intensidade de poluição} = \frac{\textbf{Emissão de poluente}}{\textbf{Medida da atividade industrial}}$$

Os coeficientes de intensidade de poluição são a razão entre emissão de poluentes e o valor de produção industrial ou o número de empregados, exemplificados mais adiante. 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 uma adequação a realidade brasileira seria necessário vários ajustes como os relativos a inflação e as variações da taxa de cambio do período. Esse procedimento requer um conhecimento especializado, o que dificultaria a execução dessa dissertação.

Essa metodologia pode ser perfeitamente aplicada em países em desenvolvimento que tenham pouco ou nenhum dado sobre poluição industrial, mas que possuam dados relativos ao número de empregados e/ ou valor de 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 (Manucfaturing 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 1**).

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 susbsystem contem algumas substâncias químicas e parâmetros além dos listados no TRI, tais como: dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2), monóxido de carbono (CO), material particulado (PT), particulados finos (PM_{10}) 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.

3.2.2 Aplicação da metodologia do IPPS

A metodologia do IPPS usa coeficientes de intensidade de emissão “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).

O coeficiente de intensidade de poluição é utilizado para estimar o potencial poluidor de cada indústria, de acordo com a sua tipologia. Cada tipologia industrial possui um conjunto de coeficientes de emissão de poluentes, obtidos na tabela do IPPS.

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), que também segue a ISIC.

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

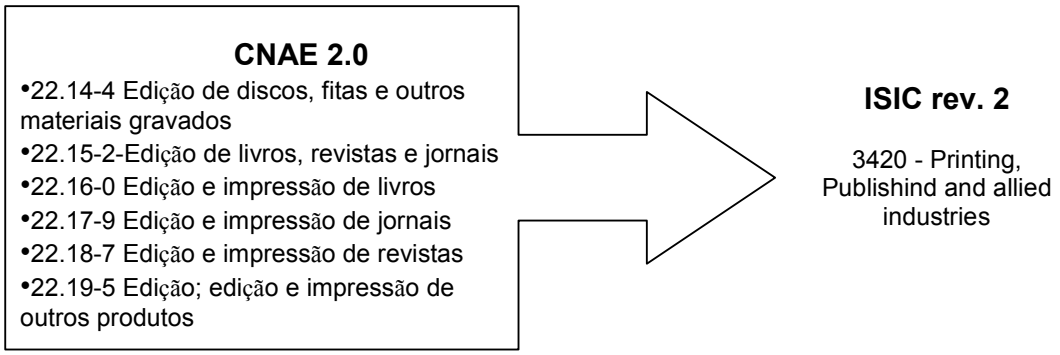
3.2.3.1 Correspondência CNAE 1.0 x ISIC revisão 2

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 **(Anexo 3).**

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 2**.

3.2.4 Cálculo do coeficiente da intensidade de poluição potencial

O IPPS possui coeficientes de intensidade de emissão de poluentes para os meios: água, ar, e solo. Para cada um desses meios os principais parâmetros de poluição são (**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.

Os poluentes tóxicos que são utilizados para os três meios englobam mais de 300 poluentes descritos no 'Toxic Release Inventory' e os metais tóxicos compõem uma lista extensa como: arsênio, cromo, cádmio, mercúrio, zinco, etc.

O coeficiente de poluição é dado pela razão entre o valor de emissão de poluentes e o número de funcionários da empresa (**Tabela 2**).

TABELA 2. Cálculo da intensidade de poluição

CNAE 1.0	Descrição atividade - CNAE	ISIC Rev. 2	N° Empregados	Coeficiente do potencial de poluição* DBO
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) ÷ (1000) x 1200 = 1.506.538 libras** / DBO ano

** 1 libra = 453,59 x 10^{-6} toneladas

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. Surtos de doenças como diarréia 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.

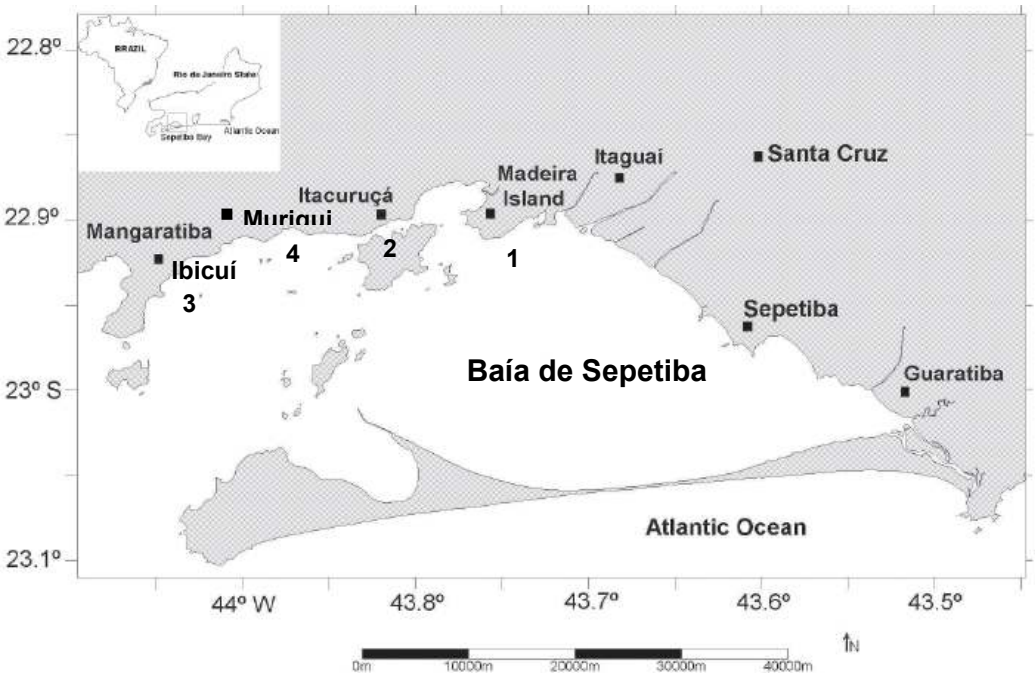
Como o município do Rio de Janeiro está apenas parcialmente inserido na bacia, a inclusão de todos os estabelecimentos industriais da cidade superestimaria os resultados. Assim, foram incluídos apenas os dados das empresas localizadas nos bairros de: Campo Grande, Santa Cruz, Guaratiba e Ilha de Guaratiba.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

4.3 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:

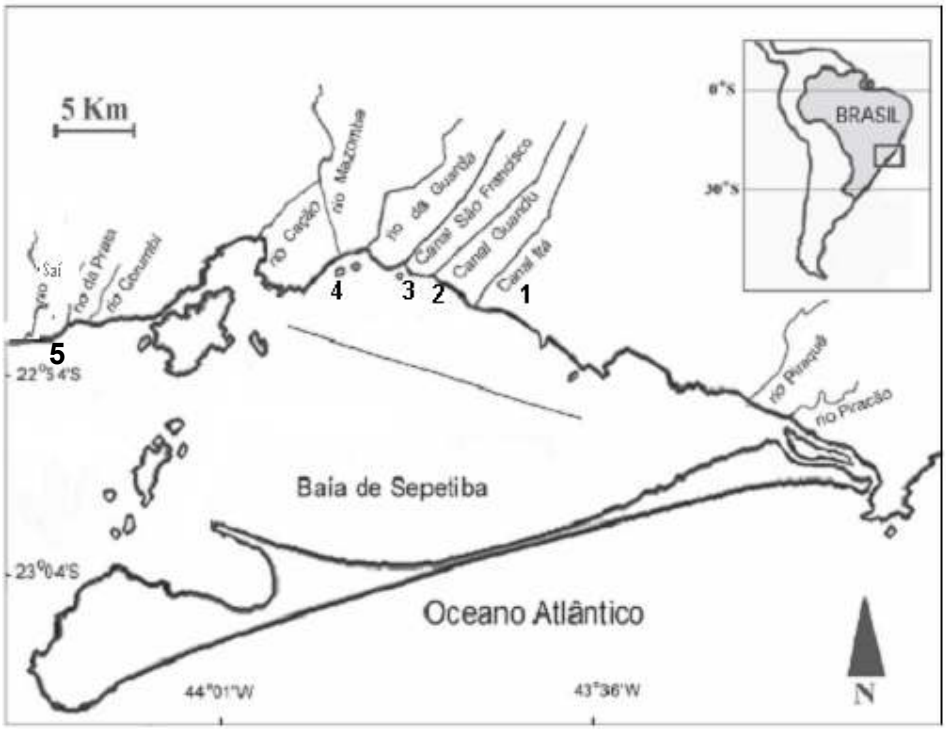
- 4 estações nas margens da baía de Sepetiba: Ilha da Madeira, Itacuruçá, Muriqui e Ibicuí. (**Figura 4**)
- 5 estações representando nos principais rios afluentes da baía de Sepetiba: Canal do Itá, Guandu Mirim, Canal do São Francisco, Rio Mazomba, Rio Saí.

FIGURA 3. Estações de coleta inseridas na baía de Sepetiba



Fonte: Santos,2007
Legenda: 1- Ilha da Madeira, 2- Itacuruçá, 3- Muriqui, 4- Ibucuí

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.

3.2.8 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
Total	**261**	**22730**	**566,5**	**37.701,4**	**154,7**	**6,2**

Observa-se que nem todos os municípios contribuíram para os potencias 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	-	-
Total	**261**	**22730**	**566,5**	**37.701,4**	**154,7**	**6,2**

t = toneladas

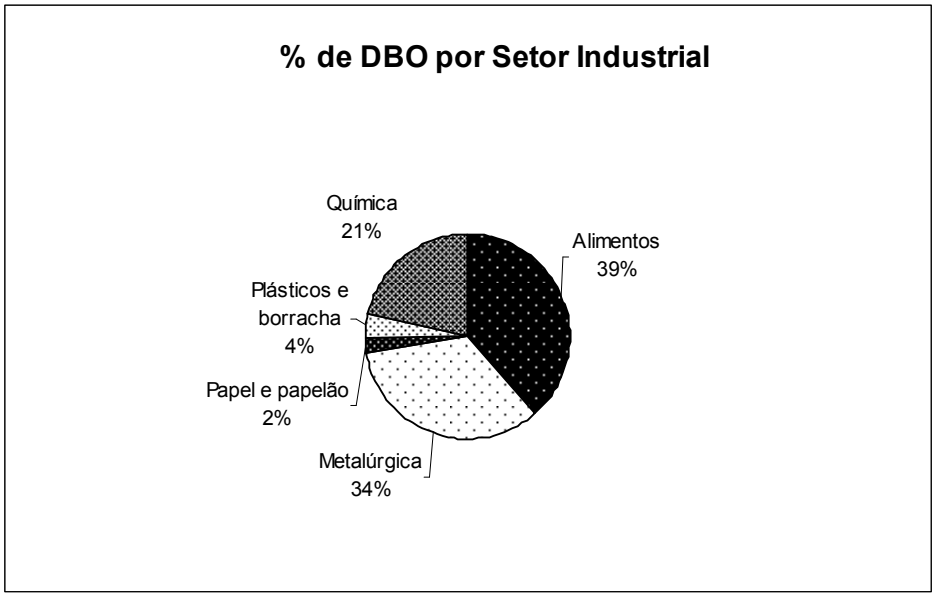
Nota-se que são poucos setores que contribuem para as potenciais emissões. Os 6 setores com maiores potenciais poluentes devem ser priorizados em medidas de controle e monitoramento.

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.

4.1.3 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

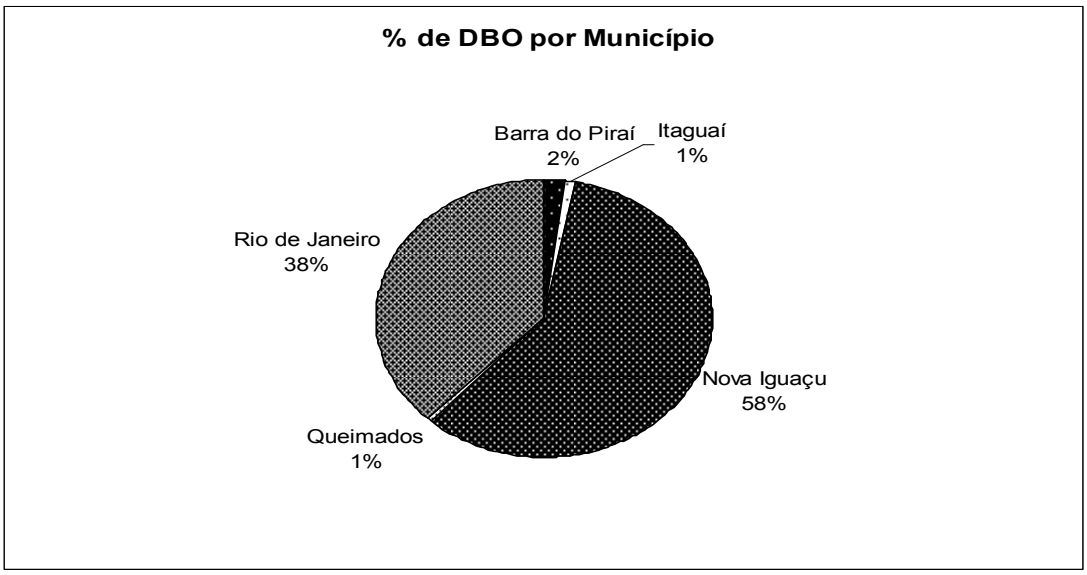


O setor de alimentos já foi apontado anteriormente como o principal responsável pelo potencial poluidor de DBO. Moreno (2005) analisou o potencial poluidor industrial do estado do Rio de Janeiro. Seus resultados demonstraram que 62% do potencial de DBO do estado correspondiam às indústrias de alimentos 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 bebibas (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[3].

FIGURA 6. Potencial de DBO por município



[3] 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.

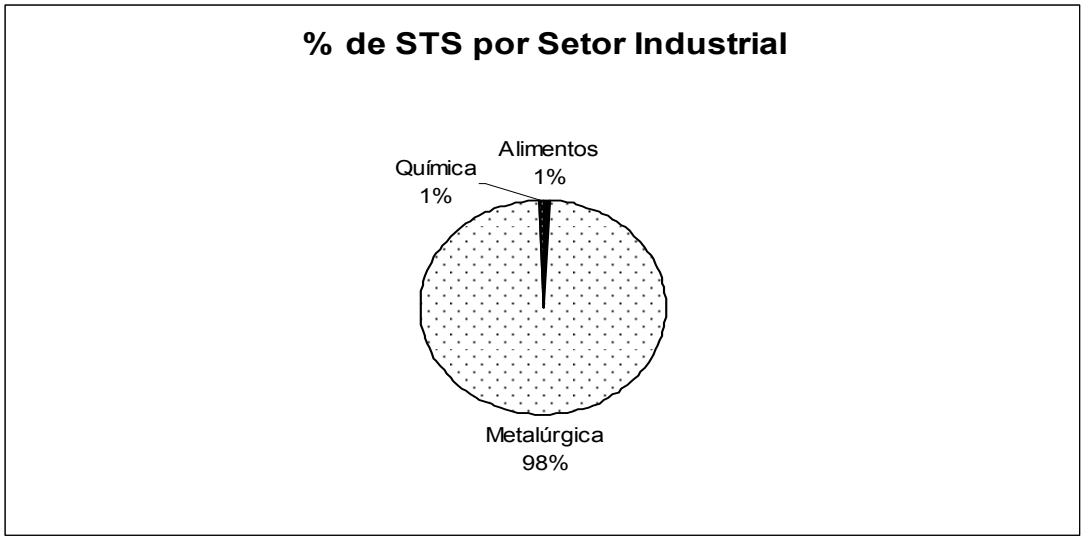
4.1.2 Sólidos totais em suspensão

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.

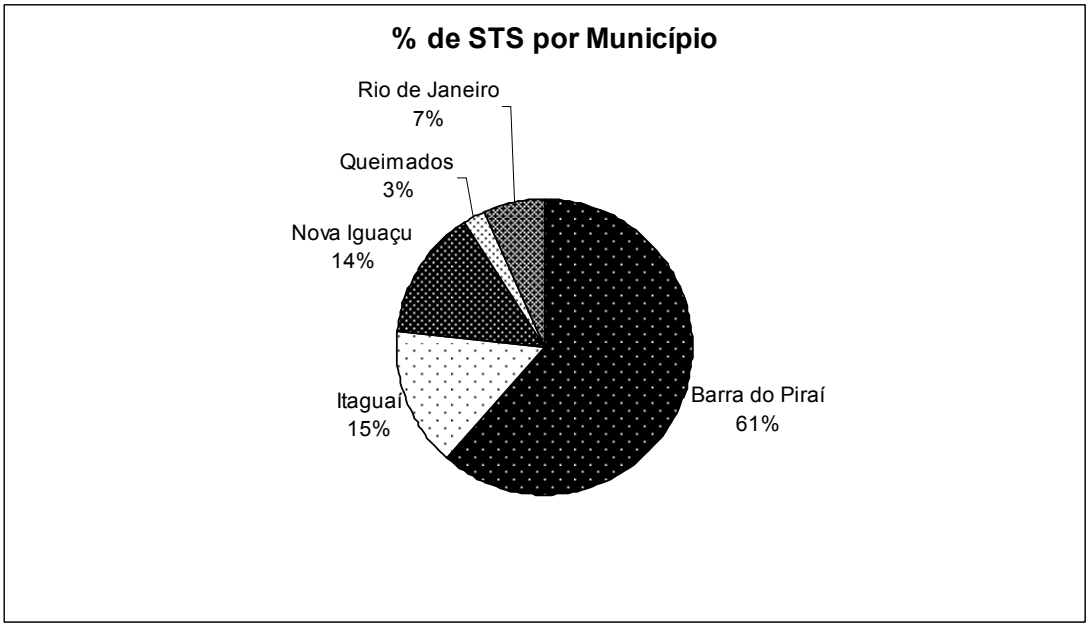
Os resultados também revelam que apenas 1 indústria é responsável por 57% do total do potencial de STS. Como essa indústria localiza-se no município de Barra do Piraí, essa cidade foi a líder no potencial de STS (**Figura 8**).

FIGURA 7. Potencial de STS por setor industrial



O município de Barra do Piraí é banhado pelo Rio Paraíba do Sul, a noroeste da baia 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

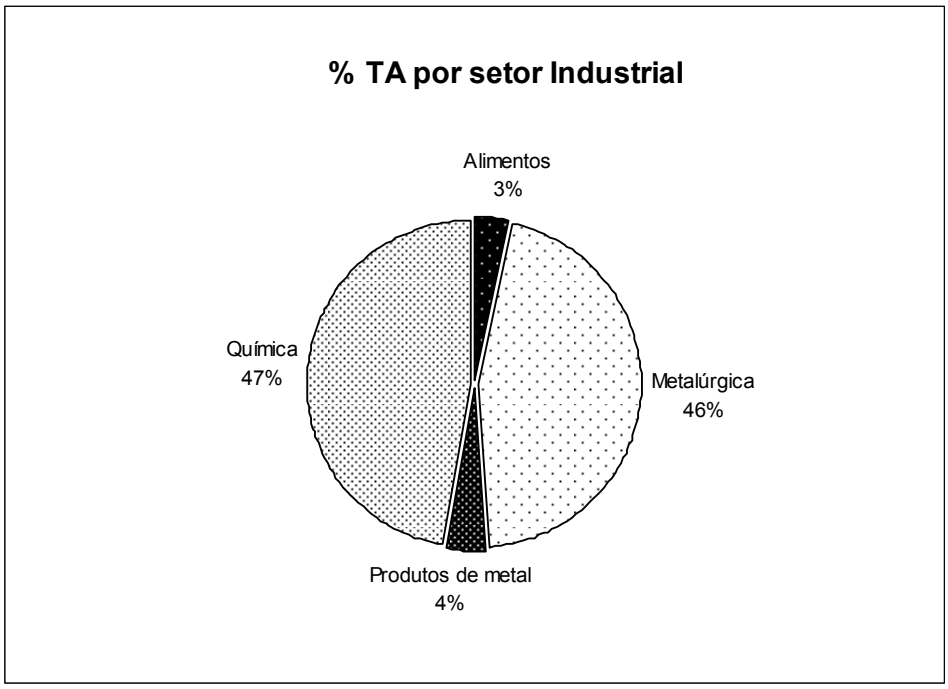


A indústria responsável pelo potencial de 57% de STS situa-se ao lado do Rio Paraíba do Sul, cujas águas foram desviadas para o Rio Guandu. Dada a importância desses Rios, para o abastecimento, lazer, renda e alimentação da população, é importante que haja análises para uma avaliação precisa da situação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

4.1.1 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 resultaram 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

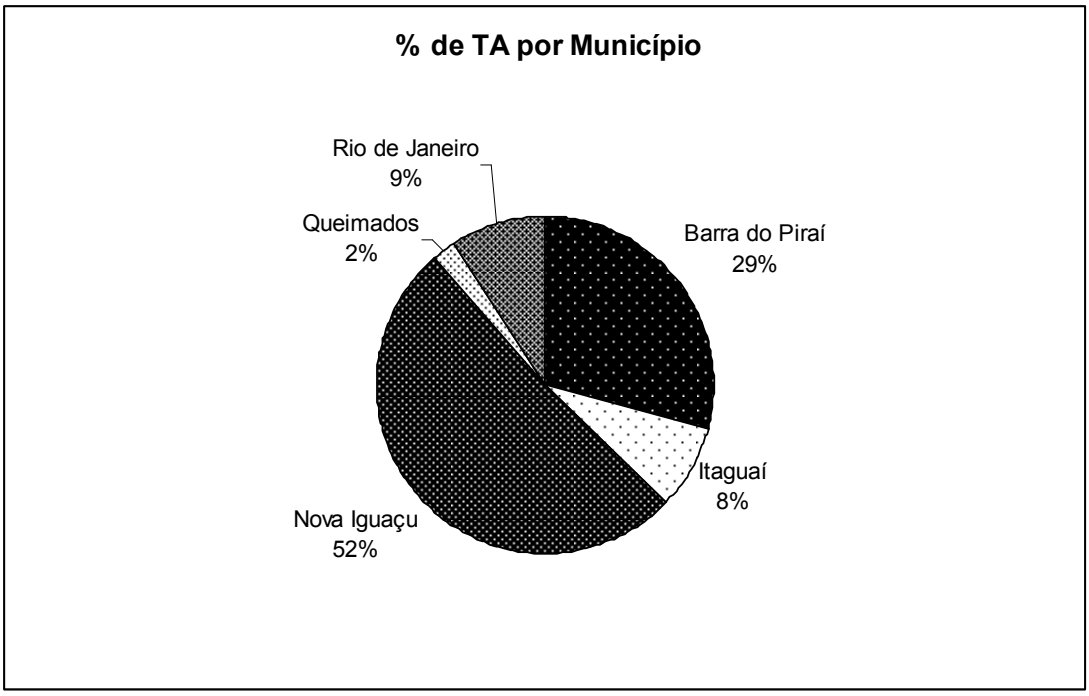


Das indústrias químicas apenas 1 indústria, de fabricação de produtos petroquímicos básicos (CNAE 1.0: 2421-0), responde por 46% do total do potencial de TA deste setor.

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.

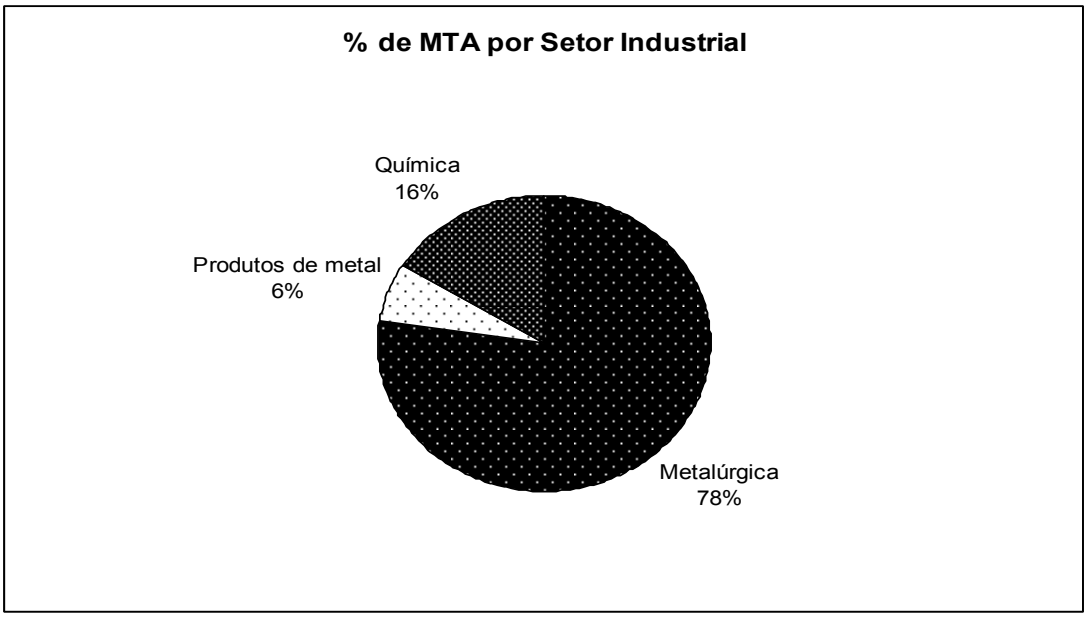
Barra do Piraí é o segundo município com maior potencial poluidor da bacia hidrográfica de Sepetiba , com 29% do total de tóxicos da água. Nessa região, apenas 1 indústria metalúrgica é responsável por 70% do potencial de TA do município.

4.1.2. Metais tóxicos da água

O total do potencial de metais tóxicos da água das industrias 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.

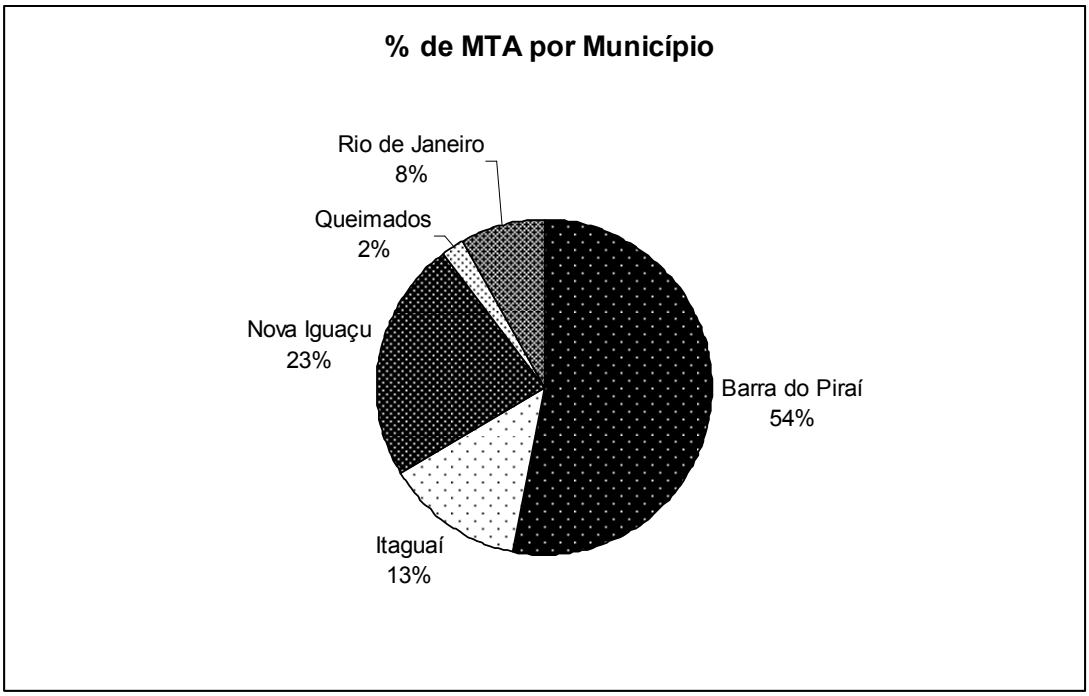
FIGURA 11. Potencial de MTA por setor industrial



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

Apenas dois municípios, Barra do Piraí 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 potencias poluidores estudados. Assim como em 2005/2006, em 2008/2009 o município de Barra do Piraí 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 Piraí	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
Piraí	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
Total	**339**	**29998**	**1525,0**	**106.908,0**	**317,3**	**15,0**

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
Total	339	29988	1524,6	106908,0	317,3	15,0

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.

4.2.5 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.

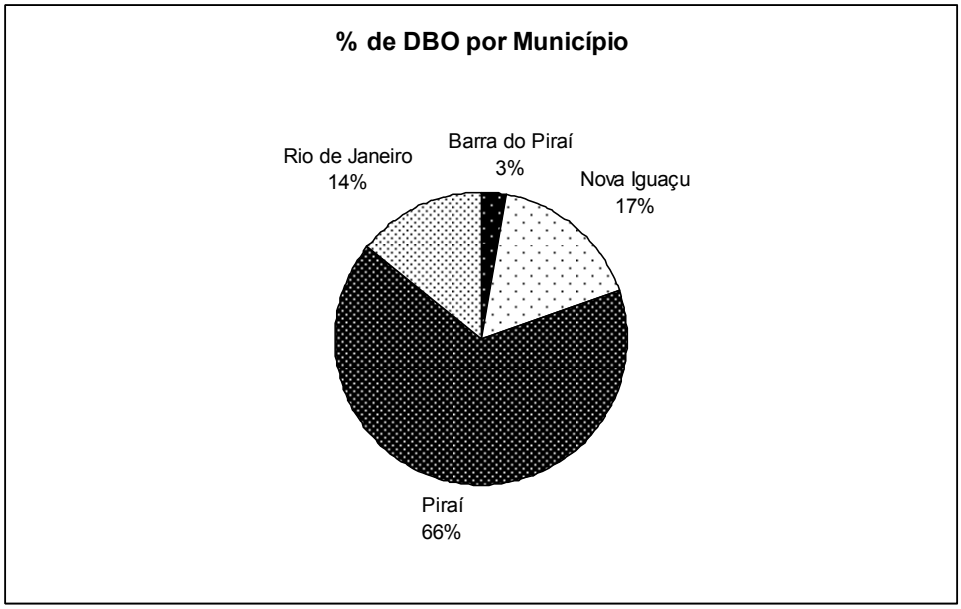
Como a data de implantação dessa indústria no município de Piraí é anterior a 2005, o aumento no potencial de DBO para o setor de papel e papelão pode ser questionado. É provável que em 2005 essa empresa tivesse um menor número de funcionários, já que a mesma passou por um processo de reestruturação 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 numero 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.

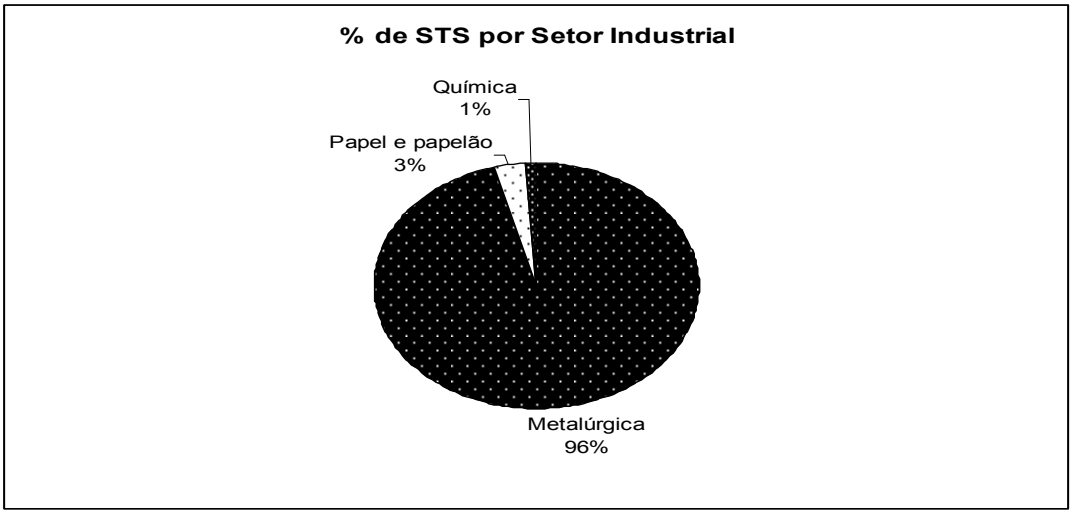
FIGURA 14. Potencial de DBO por município



4.2.4 Sólidos totais em suspensão

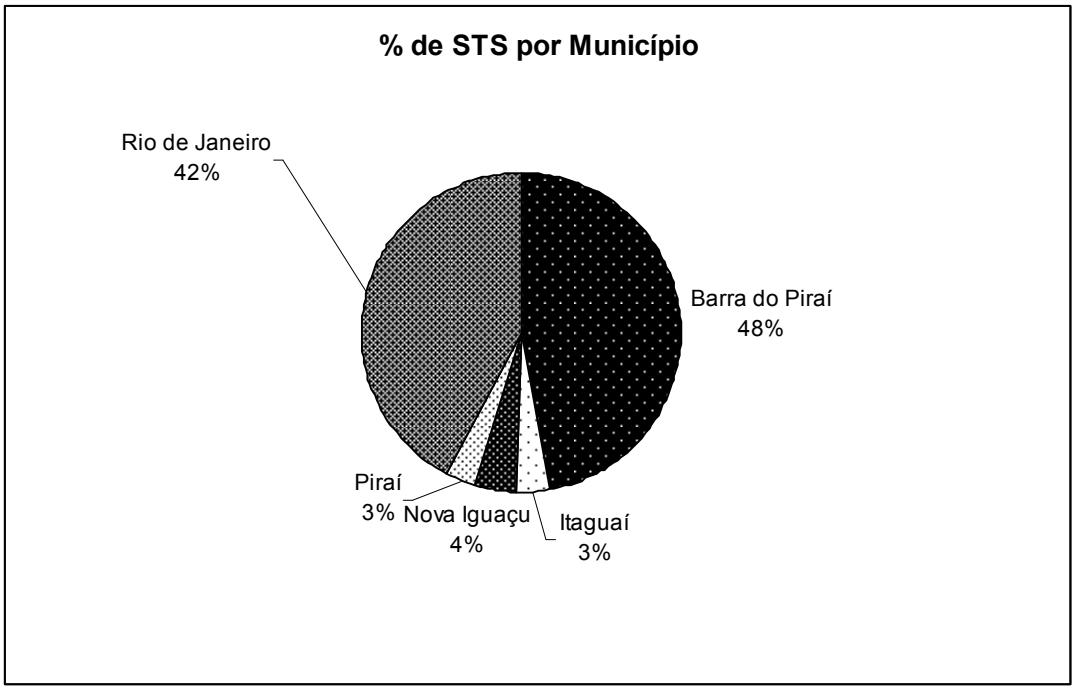
O potencial de STS aumentou entre os 2 períodos de estudo, item 4.2. O setor metalúrgico permaneceu como o principal emissor potencial de STS, com 96% do total (**Figura 15**).

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



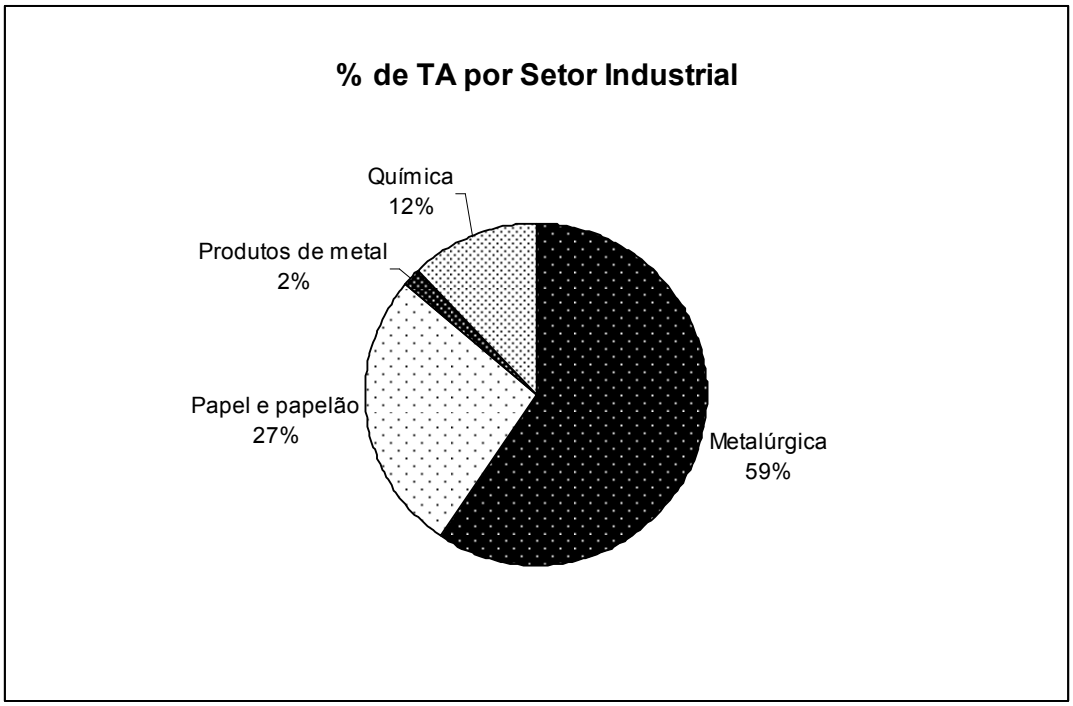
Os municípios de Nova Iguaçu, Itaguaí, Queimados, Rio Claro, Seropédica e Vassouras tiveram uma redução no total de STS, sendo esta mais expressiva para os 3 primeiros municípios.

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



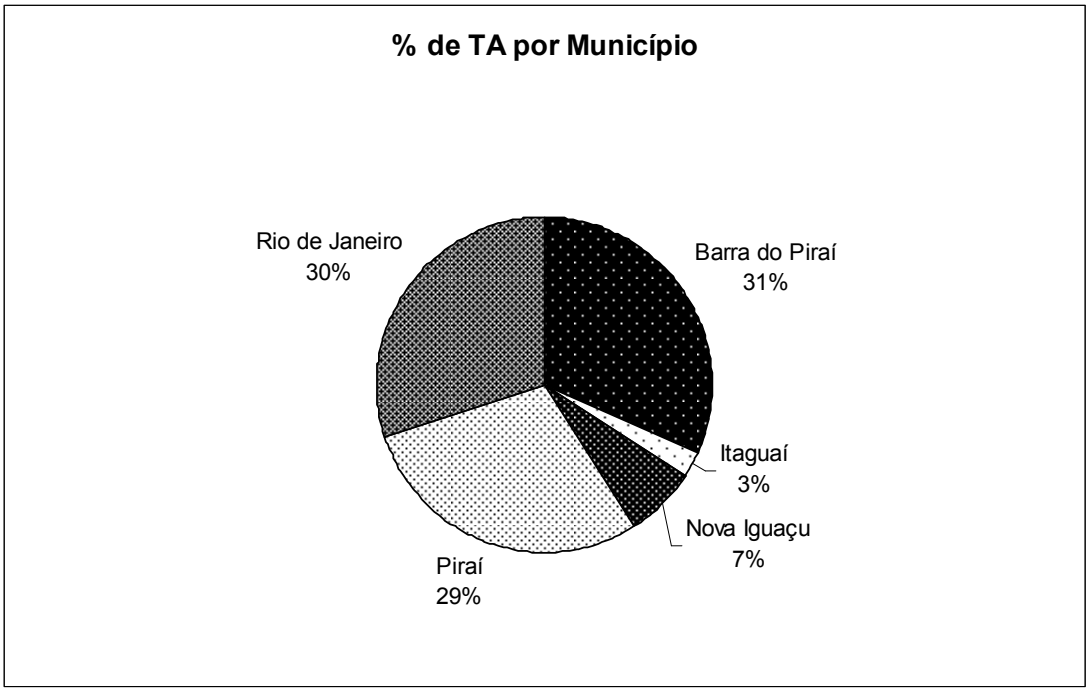
Um dado interessante é que a indústria com o maior potencial de TA é do setor de papel e papelão e não metalúrgico. A indústria citada no item 4.2.5, é responsável pelo aumento das potenciais emissões de TA, para este setor.

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



4.2.2 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 Piraí, 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 industrias estudadas nessa dissertação.

FIGURA 14. Potencial de MTA por setor industrial

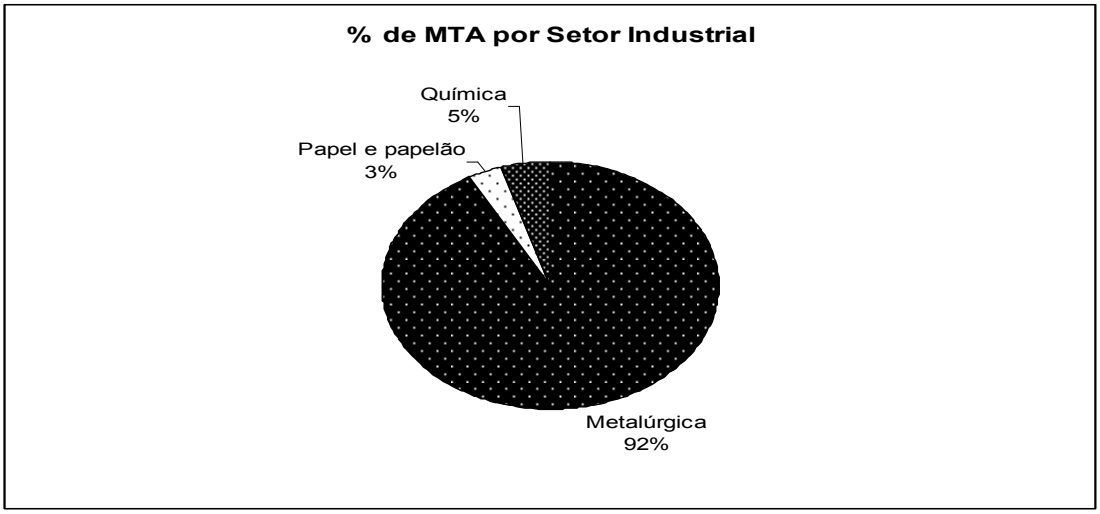
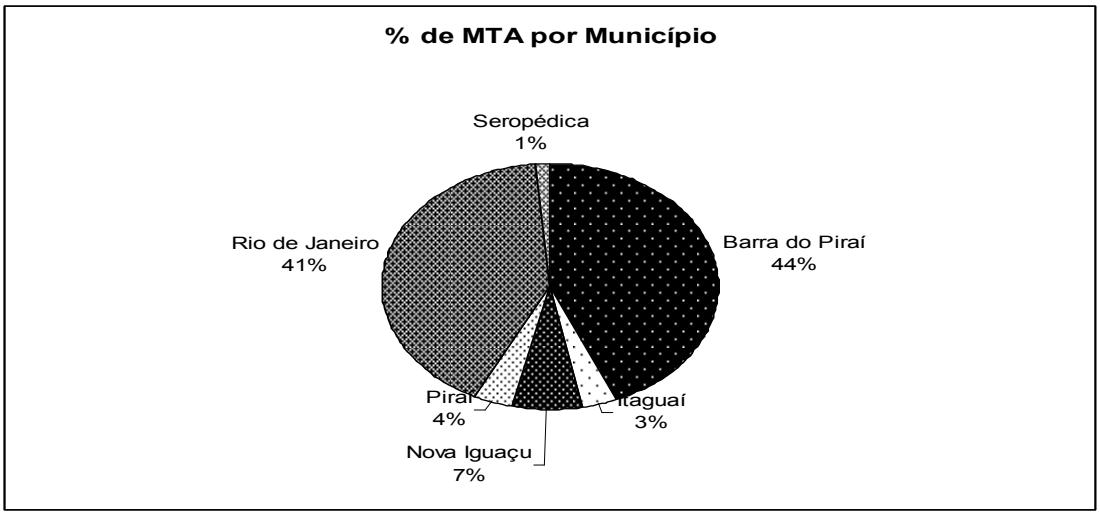


FIGURA 15. Potencial de MTA por setor município



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.

Para a primeira coleta realizada em 04/06/2008 todos os pontos amostrados excederam muito os limites de DBO estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005[4] (**Quadro 9**). Na Ilha da Madeira e em Itacuruça o contato com a água é secundário[5], 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.

---

[4] Resolução CONAMA 357/2005 - Dispõe sobre a classificão 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.

[5] recreação de contato secundáio: refere-se aquela associada a atividades em que ocontato 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 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. Muriqu

Para essas 2 estações de coleta a influência de esgoto doméstico pode ter sido grande, dado a proximidade com canais de lançamento direto.

Em Ibicuí e Muriqui o contato com a água é primário[6]. 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 bem maiores dos que os permitidos pela resolução CONAMA 357/2005.

O canal do Itá atravessa o bairro de Santa Cruz, drenando uma área total de 69km^2. 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.

O Rio Guandu Mirim 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

[6] 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.

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 carreie diversos poluentes industriais.

O canal de São Francisco possui uma vazão de até $90m^3/s$ (SEMADS, 2001), e recebe águas do Rio Guandu, cuja bacia possui $1395km^2$ (Anexo 6). Esse canal atravessa 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. 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.

O Rio Mazomba drena $96km^2$, banhando o município de Itaguaí. Próximo a foz desse rio localiza-se a Cia mercantil Ingá. É evidente que pelo histórico dessa Cia este rio carreie metais para a baía de Sepetiba. Em Itaguaí localiza-se uma indústria de sorvetes com o potencial de 6 t/ano de DBO, podendo influenciar nesse resultado. Também ocorre o lançamento clandestino de esgoto doméstico ao longo de alguns trechos desse rio. Contudo no ponto de coleta as água eram rasas e claras. O valor de DBO encontrado demonstra que naquele trecho as águas do rio ainda se encontram em condições de balneabilidade.

O Rio Saí nasce na Serra Piloto e 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 não pode ser calculado.

QUADRO 10- Resultados de DBO obtidos da segunda coleta de campo

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

QUADRO 11- -Resultados de DBO obtidos da terceira coleta de campo

Parâmetros (mg/L)	Amostras				
	01	02	03	04	05
DQO	77	226	8	8	45
DBO	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

6. CONCLUSÃO

Foram identificados os principais setores industriais e municípios responsáveis pela potencial emissão de poluente, 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.

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, acessado em Jan. 2010.

_____CONCLA- COMISSÃO NACIONAL DE CLASSFICAÇÕES 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 Q*ualidade 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*

Macroregião 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, 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., *Ensaios 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.; SUSA, 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.

HOBSBAWN, 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 sedimentes 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 periodo 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 Assessement 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

Anexo1 – 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-ACETYLAMINOFLUORENE	
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-AMINOBIPHENYL	
60117	4-DIMETHYLAMINOAZOBENZENE	
92933	4-NITROBIPHENYL	
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	
16071o66	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	
2303164	DIALLATE	
25376458	DIAMINOTOLUENE (MIXED ISOMERS)	
334883	DIAZOMETHANE	
132649	DIBENZOFURAN	
84742	DIBUTYL PHTHALATE	
25321226	DICHLOROBENZENE (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 CHLOROFORMATE	
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	HEXAMETHYLOPHOEPHORAMIDE	
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	
748[illegible]4	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-NITROSONORNICOTINE	
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	
7664382	PHOSPHORIC ACID	
7723140	PHOSPHORUS (YELLOW OR WHITE)	
85449	PHTHALIC ANHYDRIDE	
88891	PICRIC ACID	
1336363	POLYCHLORINATED BIPHENYLS	
1120714	PROPANE SULTONE	
123386	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	TRIAZIQUONE	
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	VINYLIDENE CHLORIDE	
1330207	XYLENE (MIXED ISOMERS)	
7440666	ZINC (FUME OR DUST)	m
12122677	ZINEB	m
	ANTIMONY COMPOUNDS	m
	ARSENIC COMPOUNDS	
	BARIUM COMPOUNDS	m
	BERYLLIUM COMPOUNDS	m
	CADMIUM COMPOUNDS	m
	CHLOROPHENOLS	
	CHROMIUM COMPOUNDS	m
	COBALT COMPOUNDS	m
	COPPER COMPOUNDS	m
	CYANIDE COMPOUNDS	
	GYLCOL 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 2 - 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	Confecção 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 3- Classificação Nacional de Atividades Econômicas - 1995

CNAE	Descrição da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE
1511	Abate de reses, preparação de produtos de carne
1512	Abate de aves e outros pequenos animais e preparação de produtos de carne
1513	Preparação de carne, banha e produtos de salsicharia não associadas ao abate
1514	Preparação e preservação do pescado e fabricação de conservas de peixes, crustáceos e moluscos
1521	Processamento, preservação e produção de conservas de frutas
1522	Processamento, preservação e produção de conservas de legumes e outros vegetais
1523	Produção de sucos de frutas e de legumes
1531	Produção de óleos vegetais em bruto
1532	Refino de óleos vegetais
1533	Preparação de margarina e outras gorduras vegetais e de óleos de origem animal não comestíveis
1541	Preparação do leite
1542	Fabricação de produtos do laticínio
1543	Fabricação de sorvetes
1551	Beneficiamento de arroz e fabricação de produtos do arroz
1552	Moagem de trigo e fabricação de derivados
1553	Fabricação de farinha de mandioca e derivados
1554	Fabricação de fubá e farinha de milho
1555	Fabricação de amidos e féculas de vegetais e fabricação de óleo de milho
1556	Fabricação de rações balanceadas para animais
1559	Beneficiamento, moagem e preparação de outros alimentos de origem animal
1561	Usinas de açúcar
1562	Refino e moagem de açúcar
1571	Torrefação e moagem de café
1572	Fabricação de café solúvel
1581	Fabricação de produtos de padaria confeitaria e pastelaria
1582	Fabricação de biscoitos e bolachas
1583	Produção de derivados do cacau e elaboração de chocolates, balas, gomas de mascar
1584	Fabricação de massas alimentícias
1585	Preparação de especiarias, molhos, temperos e condimentos
1586	Preparação de produtos dietéticos, alimentos para crianças e outros alimentos conservados
1589	Fabricação de outros produtos alimentícios
1591	Fabricação, retificação, homogeneização e mistura de aguardentes e outras bebidas destiladas
1592	Fabricação de vinho
1593	Fabricação de malte cervejas e chopes
1594	Engarrafamento e gaseificação de águas minerais
1595	Fabricação de refrigerantes e refrescos
1600	Fabricação de produtos do fumo
1711	Beneficiamento de algodão
1719	Beneficiamento de outras fibras têxteis naturais
1721	Fiação de algodão
1722	Fiação de outras fibras têxteis naturais
1723	Fiação de fibras artificiais ou sintéticas
1724	Fabricação de linhas e fios para coser e bordar
CNAE	**Descrição da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE**
1731	Tecelagem de algodão

1732	Tecelagem de fios de fibras têxteis naturais
1733	Tecelagem de fios e filamentos contínuos artificiais ou sintéticos
1741	Fabricação de artigos de tecido de uso doméstico, incluindo tecelagem
1749	Fabricação de outros artefatos têxteis, incluindo tecelagem
1750	Serviços de acabamento em fios, tecidos e artigos têxteis produzidos por terceiros
1761	Fabricação de artefatos têxteis a partir de tecidos
1762	Fabricação de artefatos de tapeçaria
1763	Fabricação de artefatos de cordoaria
1764	Fabricação de tecidos especiais - inclusive artefatos
1769	Fabricação de outros artigos têxteis - exclusive vestuário
1771	Fabricação de tecidos de malha
1772	Fabricação de meias
1779	Fabricação de outros artigos do vestuário produzidos em malharia (tricotagens)
1811	Confecção de peças interiores do vestuário
1812	Confecção de outras peças do vestuário
1813	Confecção de roupas profissionais
1821	Fabricação de acessórios do vestuário
1822	Fabricação de acessórios para segurança industrial e pessoal
1910	Curtimento e outras preparações de couro
1921	Fabricação de malas, bolsas, valises e outros artefatos para viagem, de qualquer material
1929	Fabricação de outros artefatos de couro
1931	Fabricação de calçados de couro
1932	Fabricação de tênis de qualquer material
1933	Fabricação de calçados de plástico
1939	Fabricação de calçados de outros materiais
2010	Desdobramento de madeira
2021	Fabricação de madeira laminada e de chapas de madeira compensada, prensada ou aglomerada
2022	Fabricação de esquadrias de madeira, de casas de madeira pré-fabricadas, de estruturas de madeira e artigos de carpintaria
2023	Fabricação de artefatos de tanoaria e embalagens de madeira
2110	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel
2121	Fabricação de papel
2122	Fabricação de papelão liso, cartolina e cartão
2131	Fabricação de embalagens de papel
2132	Fabricação de embalagens de papelão - inclusive a fabricação de papelão corrugado
2141	Fabricação de artefatos de papel, papelão, cartolina e cartão para escritório
2142	Fabricação de fitas e formulários contínuos - impressos ou não
2149	Fabricação de outros artefatos de pastas, papel, papelão, cartolina e cartão
2211	Edição: edição e impressão de jornais
2212	Edição; edição e impressão de revistas
2213	Edição; edição e impressão de livros
2214	Edição de discos, fitas e outros materiais
2219	Edição ; edição e impressão de outros produtos gráficos
2221	Impressão de jornais, revistas e livros
2222	Serviço de impressão de material escolar e de material para usos industrial e comercial
2229	Execução de outros serviços gráficos
2231	Reprodução de discos e fitas
2232	Reprodução de fitas de vídeos
CNAE	**Descrição da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE**
2233	Reprodução de filmes

2234	Reprodução de programas de informática em disquetes e fitas
2310	Coquerias
2320	Refino de petróleo
2411	Fabricação de cloro e álcalis
2412	Fabricação de intermediários para fertilizantes
2413	Fabricação de fertilizantes fosfatados, nitrogenados e potássicos
2414	Fabricação de gases industriais
2419	Fabricação de outros produtos inorgânicos
2421	Fabricação de produtos petroquímicos básicos
2422	Fabricação de intermediários para resinas e fibras
2429	Fabricação de outros produtos químicos
2431	Fabricação de resinas termoplásticas
2432	Fabricação de resinas termofixas
2433	Fabricação de elastômeros
2441	Fabricação de fibras, fios, cabos e filamentos contínuos artificiais
2442	Fabricação de fibras, fios, cabos e filamentos
2451	Fabricação de produtos farmoquímicos
2452	Fabricação de medicamentos para uso humano
2453	Fabricação de medicamentos para uso veterinário
2454	Fabricação de materiais para usos médicos, hospitalares e odontológicos
2461	Fabricação de inseticidas
2462	Fabricação de fungicidas
2463	Fabricação de herbicidas
2471	Fabricação de sabões, sabonetes e detergentes sintéticos
2472	Fabricação de produtos de limpeza e polimento
2473	Fabricação de artigos de perfumaria e cosméticos
2481	Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas
2482	Fabricação de tintas de impressão
2483	Fabricação de impermeabilizantes, solventes e produtos afins
2491	Fabricação de adesivos e selantes
2492	Fabricação de explosivos
2493	Fabricação de catalisadores
2494	Fabricação de aditivos de uso industrial
2495	Fabricação de chapas, filmes, papéis e outros materiais e produtos químicos para fotografia
2496	Fabricação de discos e fitas virgens
2499	Fabricação de outros produtos químicos não especificados ou não classificados
2511	Fabricação de pneumáticos e de câmaras-de-ar
2512	Recondicionamento de pneumáticos
2519	Fabricação de artefatos diversos de borracha
2521	Fabricação de laminados planos e tubulares
2522	Fabricação de embalagem de plástico
2529	Fabricação de artefatos diversos de plástica
2611	Fabricação de vidro plano e de segurança
2612	Fabricação de vasilhames de vidro
2619	Fabricação de artigos de vidro
2620	Fabricação de cimento
2630	Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e estuque
CNAE	**Descrição da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE**
2641	Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para uso estrutural na construção civil
2642	Fabricação de produtos cerâmicos refratários

2649	Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para usos diversos
2691	Britamento, aparelhamento e outros trabalhos em pedras (não associado a extração)
2692	Fabricação de cal virgem, cal hidratada e gesso
2699	Fabricação de outros produtos de minerais não - metálicos
2711	Produção de laminados planos de aço
2712	Produção de laminados não-planos de aço
2721	Produção de gusa
2722	Produção de ferro, aço e ferro-ligas em formas primárias e semi-acabadas
2729	Produção de relaminados, trefilados e retrefilados de aço-exclusive tubos
2731	Fabricação de tubos de aço com costura
2739	Fabricação de outros tubos de ferro e aço
2741	Metalurgia do alumínio e suas ligas
2742	Metalurgia dos metais preciosos
2749	Metalurgia de outros metais não-ferrosos e suas ligas
2751	Fabricação de peças fundidas de ferro e aço
2752	Fabricação de peças fundidas de metais não-ferrosos e suas ligas
2811	Fabricação de estruturas metálicas para edifícios, pontes, torres de transmissão, andaimes e outros fins
2812	Fabricação de esquadrias de metal
2813	Fabricação de obras de caldeiraria pesada
2821	Fabricação de tanques reservatórios metálicos e caldeiras para aquecimento central
2822	Fabricação de caldeiras geradoras de vapor - exclusive para aquecimento central e para veículos
2831	Produção de forjados de aço
2832	Produção de forjados de metais não-ferrosos e suas ligas
2833	Fabricação de artefatos estampados de metal
2834	Metalurgia do pó
2839	Têmpera, cementação e tratamento térmico do aço, serviços de usinagem, galvanotécnica e solda
2841	Fabricação de artigos de cutelaria
2842	Fabricação de artigos de serralheria - exclusive esquadrias
2843	Fabricação de ferramentas manuais
2891	Fabricação de embalagens metálicas
2892	Fabricação de artefatos de trefilados
2893	Fabricação de artigos de funilaria e de artigos de metal para usos domésticos e pessoal
2899	Fabricação de outros produtos elaborados de metal
2911	Fabricação de motores estacionários de combustão interna, turbinas e outras máquinas motrizes não elétricas - exclusive para aviões e veículos rodoviários
2912	Fabricação de bombas e carneiros hidráulicos
2913	Fabricação de válvulas, torneiras e registros
2914	Fabricação de compressores
2915	Fabricação de equipamentos de transmissão para fins industriais-inclusive rolamentos
2921	Fabricação de fornos industriais, aparelhos e equipamentos não-elétricos para instalações térmicas
2922	Fabricação de estufas e fornos elétricos para fins industriais
2923	Fabricação de máquinas, equipamentos e aparelhos para transporte e elevação de cargas e pessoas
CNAE	**Descrição da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE**
2924	Fabricação de máquinas e aparelhos de refrigeração e ventilação de uso industrial
2925	Fabricação de aparelhos de ar condicionado
2929	Fabricação de outras máquinas e equipamentos
2931	Fabricação de máquinas e equipamentos para agricultura, avicultura e obtenção de produtos animais
2932	Fabricação de tratores agrícolas

2940	Fabricação de máquinas-ferramenta
2951	Fabricação de máquinas e equipamentos para a indústria de prospecção e extração de petróleo
2952	Fabricação de outras máquinas e equipamentos para a extração de minérios e indústria da construção
2953	Fabricação de tratores de esteira e tratores de uso na construção e mineração
2954	Fabricação de máquinas e equipamentos de terraplanagem e pavimentação
2962	Fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias alimentar, de bebida e fumo
2963	Fabricação de máquinas e equipamentos para a indústrias têxtil
2964	Fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias do vestuário e de couro e calçados
2965	Fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias de celulose e papel e papelão e artefatos
2969	Fabricação de outras máquinas e equipamentos de uso específico
2971	Fabricação de armas de fogo e munições
2972	Fabricação de equipamento bélico pesado
2981	Fabricação de fogões, refrigeradores e máquinas de lavar e secar para uso doméstico
2989	Fabricação de outros aparelhos eletrodomésticos
3011	Fabricação de máquinas de escrever e calcular, copiadoras e outros equipamentos não eletrônicos para escritório
3012	Fabricação de máquinas de escrever e calcular, copiadoras e outros equipamentos eletrônicos destinados à automação gerencial e comercial
3021	Fabricação de computadores
3022	Fabricação de equipamentos periféricos para máquinas eletrônicas para tratamento de informações
3111	Fabricação de geradores de corrente contínua ou alternada
3112	Fabricação de transformadores, indutores, conversores, sincronizadores e semelhantes
3113	Fabricação de motores elétricos
3121	Fabricação de subestações quadros de comando, reguladores de voltagem e outros aparelhos e equipamentos para distribuição e controle de energia
3122	Fabricação de material elétrico para instalações em circuito de consumo
3130	Fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados
3141	Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos - exclusive para veículos
3142	Fabricação de baterias e acumuladores para veículos
3151	Fabricação de lâmpadas
3152	Fabricação de luminárias e equipamentos de iluminação - exclusive para veículos
3160	Fabricação de material elétrico para veículos - exclusive baterias
3191	Fabricação de eletrodos, contatos e outros artigos de carvão e grafita para uso elétrico, eletroímãs e isoladores
3192	Fabricação de aparelhos e utensílios para sinalização e alarme
3199	Fabricação de outros aparelhos ou equipamentos elétricos
3210	Fabricação de material eletrônico básico

CNAE	Descrição da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE
3221	Fabricação de equipamentos transmissores de rádio e televisão e de equipamentos para estações telefônicas, para radiotelefonia e radiotelegrafia - inclusive de microondas e repetidoras
3222	Fabricação de aparelhos telefônicos, sistemas de intercomunicação e semelhantes
3310	Fabricação de aparelhos e instrumentos para usos médico-hospitalares, odontológicos e de laboratórios e aparelhos ortopédicos
3320	Fabricação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle - exclusive equipamentos para controle de processos industriais
3330	Fabricação de máquinas, aparelhos e equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados a automação industrial e controle do processo produtivo
3340	Fabricação de aparelhos, instrumentos e materiais ópticos, fotográficos e cinematográficos

3350	Fabricação de cronômetros e relógios
3410	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários
3420	Fabricação de caminhões e ônibus
3431	Fabricação de cabines carrocerias e reboques para caminhão
3432	Fabricação de carrocerias para ônibus
3439	Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para outros veículos
3441	Fabricação de peças e acessórios para o sistema motor
3442	Fabricação de peças e acessórios para os sistemas de marcha e transmissão
3443	Fabricação de peças e acessórios para o sistema de freios
3444	Fabricação de peças e acessórios para o sistema de direção e suspensão
3449	Fabricação de peças e acessórios de metal para veículos automotores não classificados em outra classe
3450	Recondicionamento ou recuperação de motores para veículos automotores
3511	Construção e reparação de embarcações e estruturas flutuantes
3512	Construção e reparação de embarcações para esporte e lazer
3521	Construção e montagem de locomotivas, vagões e outros materiais rodantes
3522	Fabricação de peças e acessórios para veículos ferroviários
3523	Reparação de veículos ferroviários
3531	Construção e montagem de aeronaves
3532	Reparação de aeronaves
3591	Fabricação de motocicletas
3592	Fabricação de bicicletas e triciclos não-motorizados
3599	Fabricação de outros equipamentos de transporte
3611	Fabricação de móveis com predominância de madeira
3612	Fabricação de móveis com predominância de metal
3613	Fabricação de móveis de outros materiais
3614	Fabricação de colchões
3691	Lapidação de pedras preciosas e semi-preciosas, fabricação de artefatos de ourivesaria e joalheria
3692	Fabricação de instrumentos musicais
3693	Fabricação de artefatos para caça, pesca e esporte
3694	Fabricação de brinquedos e de jogos recreativos
3695	Fabricação de canetas, lápis, fitas impressoras para máquinas e outros artigos para escritório
3696	Fabricação de aviamentos para costura
3697	Fabricação de escovas, pincéis e vassouras
2029	Fabricação de artefatos diversos de madeira, palha, cortiça e material trançado-exclusive móveis
2330	Elaboração de combustíveis nucleares
CNAE	**Descrição da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE**
2340	Produção de álcool
2469	Fabricação de outros defensivos agrícolas
2961	Fabricação de máquinas para a indústria metalúrgica-exclusive máquinas-ferramenta
3230	Fabricação de aparelhos receptores de rádio e televisão e de reprodução, gravação ou amplificação de som e vídeo
3699	Fabricação de produtos diversos
3710	Reciclagem de sucatas metálicas
3720	Reciclagem de sucatas não - metálicas

Fonte: IBGE, 1995; Moreno 2005.

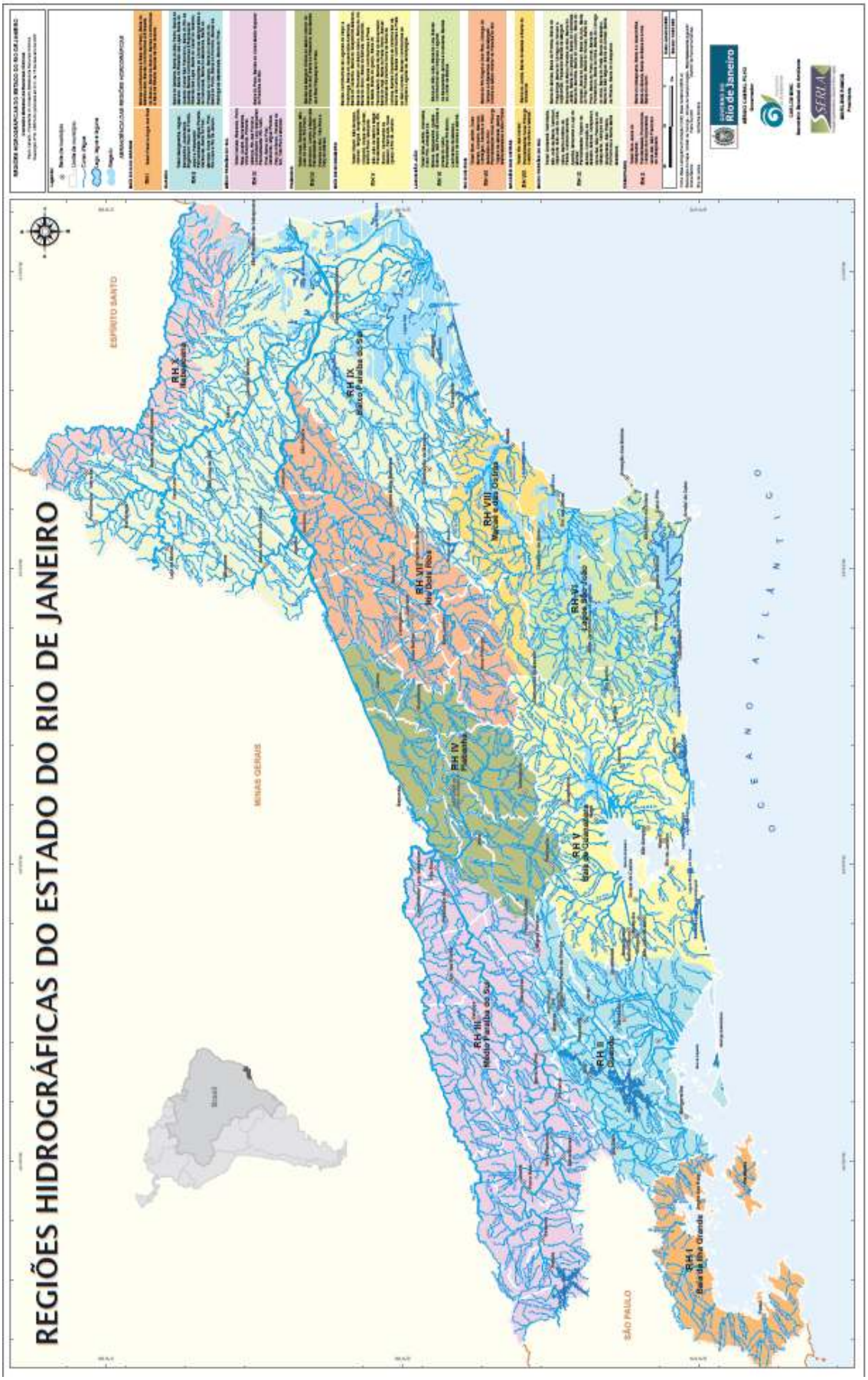
Anexo 4 - Dados descritivos referentes a coleta de campo realizadas em: 04/06/2008, 20/08/2008 e 22/10/2008

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

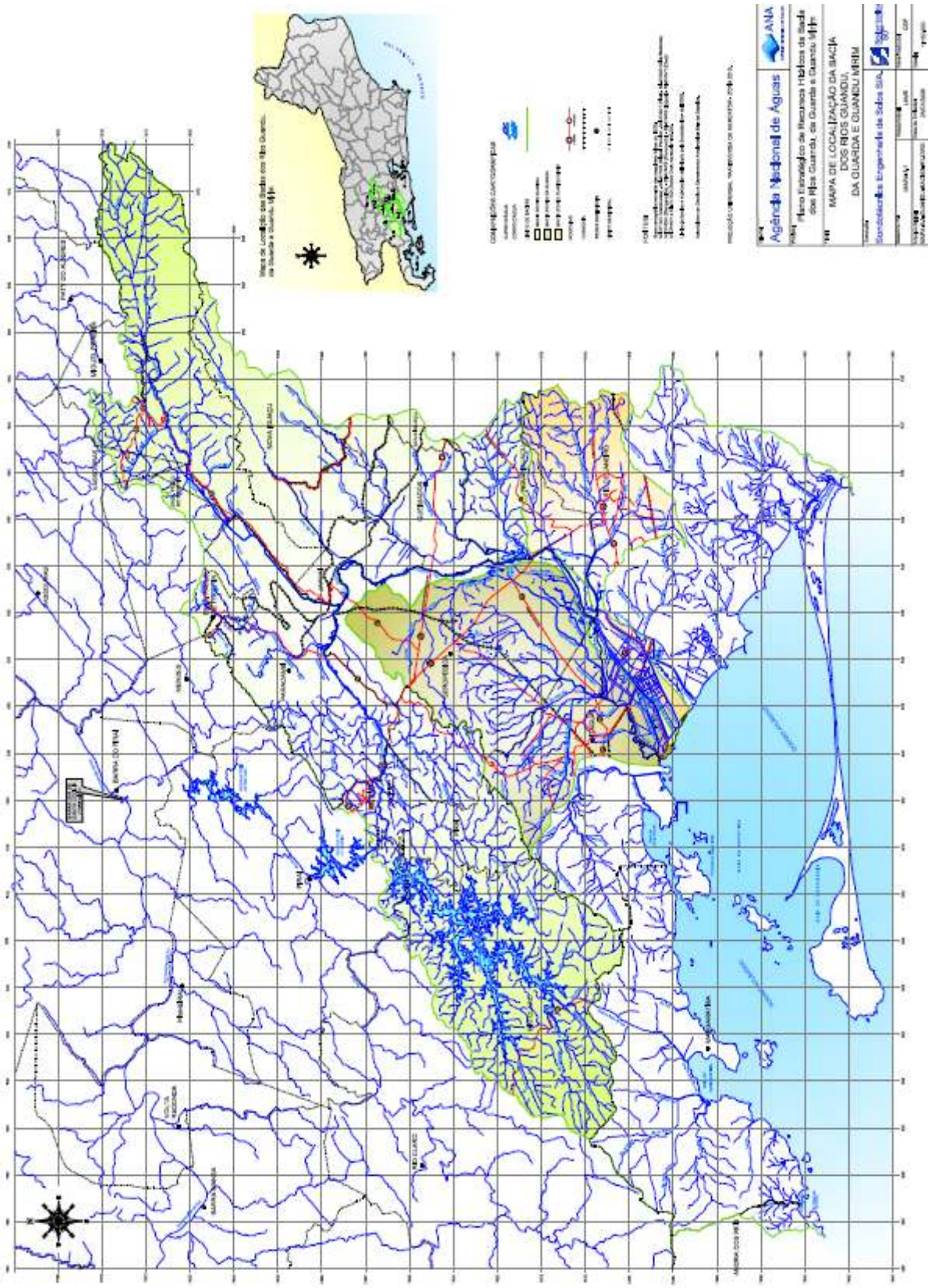
No da Amostra	Local	Data hora	Coordenada GPS	Temperatura da água
1	Canal do Itá Sta Cruz Av João XXIII Completamente Degradado	20/08/2008 9h24min	Elevação: -3m S 22º 54´32.7´´ H0: 43º 41´43´´	21ºC
2	Guandu Mirim Completamente degradado	9h48min	Elevação: 7m S 22º 54´19.8´´ HO 43º 42´36.2´´	23ºC
3	Canal do São Francisco Plantação de coqueiros as margens	10h03min	Elevação: -1m S 22º 53´02.8´´ HO 43´02.8´´	21ºC
4	Rio Mazomba Itaguaí/ Face Oeste Ilha da Madeira Assoreado	10h38min	Elevação: 6m S 22º 52´11.7´´ HO 43º 48´23.1´´	24ºC
5	Rio Saí Praia do Saí/ Mangaratiba Desembocadura da baía	11h20min	Elevação: 2m S 22º 56´30.3´´ HO 44º 00´15.0´´	24ºC

No da Amostra	Local	Data hora	Coordenada GPS	Temperatura da água
1	Canal do Itá Sta Cruz Av João XXIII	22/10/2008 09h55min	Elevação: -3m S 22º 54´32.7´´ H0: 43º 41´43´´	21º C
2	Guandu Mirim Completamente degradado	10h18min	Elevação: 7m S 22º 54´19.8´´ HO 43º 42´36.2´´	20º C
3	Canal do São Francisco Plantação de coqueiros as margens	10h52min	Elevação: -1m S 22º 53´02.8´´ HO 43´02.8´´	19º C
4	Rio Mazomba Itaguaí/ Face Oeste Ilha da Madeira Assoreado	11h24min	Elevação: 6m S 22º 52´11.7´´ HO 43º 48´23.1´´	23º C
5	Rio Saí Praia do Saí/ Mangaratiba Desembocadura da baía	12h19min	Ponto 31	20º C

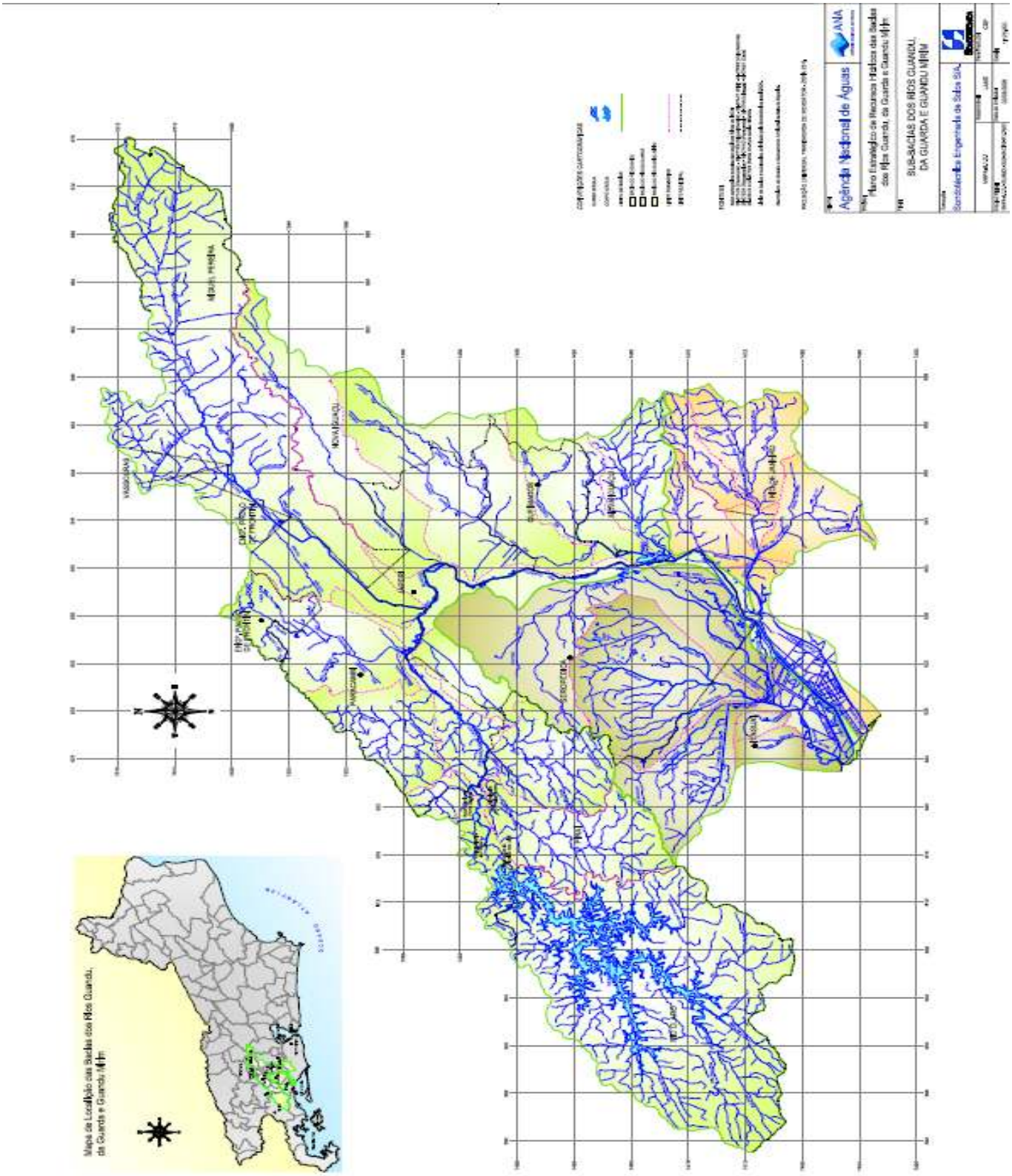
Anexo 5 - Mapa das Regiões Hidrográficas do Estado Rio Janeiro



Anexo 6 - Mapa localização da bacia dos rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim



Anexo 7 - Mapa de localização das sub-bacias dos rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim



Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo