

AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO (JICA)
SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO URBANO (SEMADUR)
COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS (CEDAE)

**ESTUDO PARA CONTROLE E RECUPERAÇÃO DAS
CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA BAÍA DE GUANABARA NO
RIO DE JANEIRO, REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

RELATÓRIO FINAL

RESUMO

Otobro de 2003

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL
em associação com
NIHON SUIDO CONSULTANTS

Utilizado a Seguinte Taxa de Câmbio para Estudo

Modeda de referencia	Taxa de Câmbio /USD
Brazilian Reals (R\$)	2.9
Japanese Yen (JPY)	120.0

(Julio de 2002)

PREFÁCIO

Em atendimento à solicitação do Governo da República Federativa do Brasil, o Governo do Japão decidiu realizar o Estudo para o Controle e Recuperação das Condições Ambientais da Baía de Guanabara no Rio de Janeiro, República Federativa do Brasil, através da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA).

A JICA contratou e enviou ao Brasil uma equipe de estudos de um consórcio formado pela Pacific Consultants International (PCI) e Nihon Suido Consultants (NSC), chefiada pelo Sr. Akira Takechi, durante o período de Maio de 2002 a Agosto de 2003. Adicionalmente, a JICA formou um Comitê Consultivo chefiado pelo Sr. Yoji Okayasu, da Equipe de Qualidade de Água, do Grupo de Pesquisa em Ambiente Aquático, do Instituto de Pesquisa de Obras Públicas, entre Março de 2002 e Agosto de 2003, que avaliou o estudo do ponto de vista técnico-científico.

A equipe realizou diversas reuniões com os respectivos representantes do Governo da República Federativa do Brasil e conduziu pesquisas de campo na área do estudo. Na volta ao Japão, a equipe promoveu estudos complementares e concluiu este Relatório Final.

Espero que este Relatório contribua para a concretização deste projeto, bem como para o fortalecimento das relações de amizade entre os dois países.

Outrossim, desejo expressar os meus sinceros agradecimentos aos respectivos representantes do Governo da República Federativa do Brasil pela constante cooperação durante a realização do Estudo.

Outubro de 2003

Kazuhisa Matsuoka
Vice-Presidente
Agência de Cooperação Internacional do Japão

**ESTUDO PARA O CONTROLE E RECUPERAÇÃO DAS CONDIÇÕES
AMBIENTAIS DA BAÍA DE GUANABARA NO RIO DE JANEIRO,
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

Outubro de 2003

Sr. Kazuhisa Matsuoka
Vice-Presidente
Agência de Cooperação Internacional do Japão

CARTA DE ENTREGA

Prezado Senhor,

Temos a satisfação de submeter a V. Sa. o relatório final intitulado “Estudo para o Controle e Recuperação das Condições Ambientais da Baía de Guanabara no Rio de Janeiro, República Federativa do Brasil”. Este relatório foi elaborado pela Equipe de Estudos em conformidade com os contratos assinados em 13 de março de 2002, 24 de abril de 2002 e 19 de maio de 2003 (aditado em 30 de julho de 2003) entre a Agência de Cooperação Internacional do Japão e a Equipe de Estudo conjunta da Pacific Consultants International e Nihon Suido Consultants.

O relatório consiste em Sumário, “Main Report” e “Supporting Report”. O Sumário resume os resultados de todo os estudos. O Main Report aborda as condições existentes, revisões dos planos diretores existentes, resultados do estudo de viabilidade e conclusões e recomendações. O Supporting Report inclui detalhes técnicos do conteúdo do Main Report.

Todos os membros da Equipe de Estudo desejam expressar os sinceros agradecimentos ao pessoal de vossa Agência, do Comitê Supervisor, do Ministério dos Negócios Estrangeiros, do Ministério do Território, de Infra-estrutura e de Transporte, da Embaixada do Japão na República do Brasil, bem como aos membros do Governo e indivíduos do Brasil pela assistência dada à Equipe de Estudo. A Equipe de Estudo espera sinceramente, nesta ocasião, que os resultados do estudo contribuam para a recuperação ambiental da Baía de Guanabara e que as relações de amizade de ambos os países sejam aprofundadas.

Atenciosamente,

Akira Takechi
Chefe da Equipe

RESUMO EXECUTIVO

O Estudo revisou o Plano Diretor, que visava a melhoria ambiental da Baía de Guanabara, preparado pelo Estudo “Recuperação do Ecossistema da Baía de Guanabara”, realizado em 1994 pela JICA (referido, neste resumo, como Plano Diretor JICA) e o Plano Diretor de Esgotamento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (referido, neste resumo, como Plano Diretor CEDAE) realizado em 1994 pela CEDAE. Como resultado, foi proposto um plano estratégico para a melhoria ambiental da Baía de Guanabara, adotando o desenvolvimento do esgotamento sanitário como linha mestra deste plano, sendo também executado o Estudo de Viabilidade dos projetos prioritários que deverão melhorar as áreas severamente poluídas da Baía de Guanabara.

PLANO ESTRATÉGICO PARA A MELHORIA AMBIENTAL

1. REVISÃO DO PLANO DIRETOR JICA

O Plano Diretor JICA estabeleceu a meta de curto prazo da melhoria da qualidade da água da Baía para o ano de 2000, a meta de médio prazo para o ano de 2010 e a meta de longo prazo com data não especificada. O plano previa o alcance das metas de curto e médio prazos através do desenvolvimento de sistemas de esgotamento aliado a medidas complementares. Através do desenvolvimento de sistemas de esgotamento, esperava-se reduzir um terço da carga poluidora a ser reduzida para se atingir a meta, enquanto que as medidas complementares, como lagoas de estabilização nos estuários dos rios que afluem para a Baía, introdução de um controle do uso do solo e melhoria das condições sanitárias nas Favelas supostamente reduziriam os restantes dois terços da mencionada carga poluidora.

Entretanto, a possibilidade de se atingir essas metas não é justificada tecnicamente tendo em vista que as medidas complementares não são passíveis de quantificação. Além disso, a meta de qualidade da água, que foi determinada a partir da expectativa de uso da água na Baía, parece também bastante ambiciosa do ponto de vista das medidas práticas de melhoria e da capacidade de implementação de projeto por parte do Estado do Rio de Janeiro.

É mais prático tratar de problemas ambientais através de tecnologia confiável e estabelecer metas de qualidade da água passíveis de serem atingidas através dessas tecnologias atualmente disponíveis e que são determinadas considerando-se as prioridades de melhoria.

2. REVISÃO DO PLANO DIRETOR CEDAE

O Plano Diretor CEDAE planejou a coleta e o tratamento de esgotos de toda a área urbana da região metropolitana, dividida em 32 sistemas de esgotamento, cada um dos quais com uma ou mais estações de tratamento de esgoto (ETE). Dentre os 32 sistemas de esgotamento, 16 se localizam dentro da bacia da Baía de Guanabara, a Área de Estudo. Portanto, o Estudo fez a revisão somente destes 16 sistemas de esgotamento.

Partes do Plano Diretor CEDAE tem sido executadas como projetos do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG) e alguns dos sistemas de esgotamento tem sido modificados no decorrer da implementação do projeto. O Estudo decidiu manter os sistemas de esgotamento propostos pelo Plano Diretor CEDAE para os sistemas remanescentes, tendo atualizado a sua população, vazão de esgotamento de projeto e capacidade das instalações. Como resultado, julgou-se que não havia necessidade de mudanças na capacidade dos coletores tronco principais, estações elevatórias e ETES, uma vez que a diferença da vazão de esgotos atualizada e aquela do Plano Diretor é desprezível.

Os custos do projeto foram calculados com base na taxa de câmbio mais recente, porque houve uma grande depreciação da moeda brasileira frente ao dólar após a conclusão do Plano Diretor CEDAE.

Os coletores tronco foram planejados não ao longo de vias mas ao longo de cursos d'água em alguns sistemas no Plano Diretor CEDAE. Nesses sistemas, a relocação de alguns coletores tronco será necessária no estágio do Estudo de Viabilidade. Foi observado que alguns dos terrenos propostos no Plano Diretor para implantação de ETES estão sendo ocupados para outros propósitos. A aquisição dos terrenos é uma questão que tem muita urgência de ser resolvida.

3. ESTRATÉGIA DE MELHORIA AMBIENTAL

Baseando-se nos resultados da revisão dos dois Planos Diretores, o Estudo adotou as seguintes estratégias para a melhoria do meio ambiente da Baía de Guanabara:

- A meta de qualidade da água deverá ser atingida através do desenvolvimento dos sistemas de esgotamento, uma vez que algumas medidas complementares propostas no Plano Diretor JICA, cujos efeitos não podem ser quantificados, não são medidas técnicas a serem realizadas na forma de um projeto.
- Como existe o Plano Diretor CEDAE e partes deste vem sendo implementadas pelo PDBG, o Estudo propôs um plano estratégico baseado nos resultados da revisão do Plano Diretor CEDAE.
- As metas de qualidade da água foram re-estabelecidas para se tornarem viáveis tecnicamente.
- Desse modo, a meta de curto prazo foi estabelecida para DBO menor que 10 mg/l em toda a extensão da Baía, visando a remoção das condições desagradáveis. Embora a meta de longo prazo adote os padrões ambientais das resoluções CONAMA, esta meta foi estabelecida como não compulsória, sem uma data para ser atingida, tendo em vista que as tecnologias atualmente disponíveis não permitem o alcance da mesma. A meta de médio prazo, que é a meta do plano estratégico, foi estabelecida para alcançar as normas ambientais em toda a Baía com exceção das áreas atualmente mais severamente poluídas (ver Tabela 1).
- Embora as medidas complementares não possam ser mensuradas no tocante ao alcance das metas, drenagem, limpeza da superfície da Baía e conservação dos mangues e áreas úmidas são recomendáveis do ponto de vista das melhorias ambientais em geral e da conservação do meio ambiente natural.
- O gerenciamento ambiental deverá ser fortalecido.

Tabela 1 Nova Meta de Qualidade da Água e Ano Meta

Meta	Descrição	Ano meta
Curto prazo	Remoção das condições desagradáveis. DBO menor do que 10 mg/l em todos os pontos de monitoramento da Baía.	2010
Médio prazo	DBO menor do que 5 mg/l em todas as áreas com exceção de porções da área oeste.	2020
Longo prazo	Classificação da Qualidade da Água de acordo com a DZ105.	Não especificado

4. PLANO ESTRATÉGICO DE MELHORIA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Área de Desenvolvimento e Projeto de Instalações

O sistema de esgotamento foi desenvolvido em 12 Unidades de Esgotamento das 16 previstas no Plano Diretor CEDAE para a bacia. A Tabela 2 mostra as Unidades de Esgotamento a serem desenvolvidas.

Tabela 2 Unidades de Esgotamento a serem Desenvolvidas e Principais Instalações

Unidade de Esgotamento	Área (ha)	População 2020	Vazão de projeto (l/s)	ETE		Rede Coletora	
				Nº de ETEs	Capacidade total (l/s)	Nº de EEs	Extensão da Rede (km)
1. Pavuna-Meriti*	17.800	1.577.500	3.944	2	4.100	23	1.890
2. Sarapuí*	13.200	993.700	2.480	2	2.685	14	1.320
3. Bangu	3.300	403.600	1.009	1	1.000	1	255
4. Bota	39.200	1.274.400	3.154	5	3.210	0	4.114
5. Iguaçú	18.100	300.400	631	2	640	3	1.826
6. Estrela	35.100	450.500	1.076	4	1.100	1	3.546
7. Roncador	57.100	202.400	287	3	300	2	3.817
8. Macacú	65.600	400.000	845	8	870	3	6.501
9. Guaxindiba	7.100	252.400	554	3	570	2	737
10. Alcântara	10.600	499.500	928	3	940	4	1.290
11. Imboassú	5.900	336.700	869	2	875	3	810
12. Niterói*	4000	404.000	1.064	2	1.482	6	600
Total	277.000	7.095.100	16.841	37	17.772	62	26.706

* : Incluindo instalações existentes.

Programa de Implementação

Considerando-se os efeitos do investimento, da redução da poluição e as prioridades da CEDAE, foi determinado um cronograma de implementação dos projetos. Os projetos seriam iniciados em 2004 e completados em 2035.

Custo do Projeto

O custo total do projeto é de US\$ 1.548 milhões como demonstrado na Tabela 3. O custo de operação e manutenção foi previsto como sendo equivalente a 5% dos custos diretos de construção.

Tabela 3 Custo do Projeto do Plano Estratégico para Esgotamento Sanitário

Custo Direto de Construção	1.257.247
Custo Aquisição de Terreno	7.881
Custo Administrativo	62.862
Custo dos Serviços de Engenharia	125.725
Contingência Física	125.725
Total	1.579.440

(US\$1.000)

Avaliação do Projeto

Considerando a experiência da CEDAE em operação de ETEs, o projeto foi considerado operável pela CEDAE com base nos atuais níveis tecnológicos da companhia.

Foi confirmado, pelo modelo de simulação da qualidade da água elaborado durante o Estudo, que as metas de médio prazo podem ser atingidas através da implementação do projeto.

Sob a condição de haver subsídios por parte do Estado e a CEDAE conseguir 30% dos empréstimos com juros baixos e 30% dos empréstimos com juros internacionais, a TIRF foi calculada em 10,8%, sendo portanto o projeto considerado financeiramente viável.

Através da pesquisa de opinião sobre o valor ambiental de uma “Baía de Guanabara com água limpa”, a TIRE foi calculada em 10,0%, sendo portanto o projeto considerado economicamente viável.

O projeto proveu a possibilidade de serviços de esgotamento nas Favelas, através do planejamento da possibilidade de absorção dos esgotos derivados das mesmas.

Um estudo preliminar de impacto ambiental indicou os possíveis impactos negativos, como problemas de poluição sonora/vibração e tráfego durante as obras; e problemas com odores na operação das ETEs. Entretanto, estes problemas foram considerados controláveis através da seleção adequada de equipamentos e métodos construtivos.

Baseando-se nas considerações acima, os projetos foram considerados viáveis.

5. SELEÇÃO DOS PROJETOS PRIORITÁRIOS

Os quatro projetos, apresentados na Tabela 4, foram selecionados como projetos prioritários, com base nos efeitos do investimento e na possibilidade de se atingir as metas de curto prazo de qualidade da água.

Tabela 4 Unidades de Esgotamento dos Projetos Prioritários

Unidades de Esgotamento	Área (ha)	Capacidade das ETEs (l/d)	Área de terreno necessária (ha)	Observações
1.Pavuna	3.660	1.500	-	Capacidade existente não incluída
2.Acari	3.100	1.100	-	
3.Sarapuí	640	1.000	-	Capacidade existente não incluída
4.Bangu	1.870	1.000	6,5	
Total	9.270	4.600	6,5	

ESTUDO DE VIABILIDADE DOS PROJETOS PRIORITÁRIOS

1. PLANEJAMENTO DAS INSTALAÇÕES

Sistema de Rede Coletora

O sistema da rede coletora consiste de tubulações de esgotamento sanitário com uma extensão total de 1.833 km e um total de 6 estações elevatórias. O seu desdobramento é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 Sistema da Rede Coletora dos Projetos Prioritários

Unidade de Esgotamento	Ramais	Coletores tronco escavados a céu aberto	Coletores tronco pelo método “Pipe Jacking”	Coletores tronco de recalque	Total
Pavuna	695.000	7.170	15.642		717.812
Acari	558.000	7.690	16.148	1.010	582.848
Sarapuí	96.000	2.090	4.660		102.750
Bangu	411.000	5.770	12.910		429.680
Total	1.760.000	22.720	49.360	1.010	1.833.090

(Unidade: m)

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)

As ETEs de Pavuna e Sarapuí serão ampliadas enquanto que as novas ETEs de Acari e Bangu serão construídas. O processo de tratamento adotado é o do lodo ativado. O lodo será destinado à aterros sanitários após ser adensado, mecanicamente desidratado e secado. As capacidades de cada uma das ETEs são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 Capacidade das ETEs

ETEs	Capacidade de Tratamento de Projeto (l/s)		Qualidade dos afluentes DBO/SS (mg/L)	Qualidade dos Efluentes DBO/SS (mg/L)
	Existente	Estudo de Viabilidade		
Pavuna	1.500	1.500	230/250	20/20
Acari	-	1.100	230/250	20/20
Sarapuí	1.500	1.000	230/250	20/20
Bangu	-	1.000	230/250	20/20

2. CUSTO DO PROJETO

O custo total do projeto é de US\$ 394 milhões, como demonstrado na Tabela 7, sendo que o custo de operação e manutenção será de US\$10,5 milhões por ano.

Tabela 7 Custo dos Projetos Prioritários

Item	Moeda estrangeira	Moeda local	Total (US\$)
Custos Diretos	14.852	299.567	314.419
Aquisição de terreno (ETE Bangu)	-	650	650
Despesas Administrativas (5%)	-	15.722	15.722
Serviços de Engenharia (10%)	-	31.443	31.443
Contingências (10%)	-	31.443	31.443
Total do Custo de Capital	14.852	378.825	393.677

(US\$1.000)

3. AVALIAÇÃO DOS PROJETOS

Foi confirmado que o nível de DBO em todos os pontos de monitoramento da Baía será menor do que 10 mg/l após a implementação dos projetos prioritários.

Sob a condição do Estado subsidiar US\$20 milhões em 2006 e US\$4 milhões/ano entre 2007 e 2009, além de obter financiamentos com juros razoáveis (30% com juros baixos e 30% com juros internacionais), a TIRF foi calculada em 9,7%, portanto o projeto foi considerado financeiramente viável.

Considerando o valor ambiental da Baía de Guanabara como um benefício econômico, a TIRE foi calculada em 12,9%. Portanto o projeto foi considerado economicamente viável.

O projeto foi concebido para poder receber em seus coletores e posteriormente tratar os esgotos oriundos de áreas faveladas, quando as redes coletoras forem instaladas como parte de programas de intervenção que incluam a organização do arruamento dessas localidades.

Um EIA preliminar foi realizado, baseado na legislação ambiental brasileira, indicando possíveis impactos negativos que foram considerados controláveis com a utilização e uso adequado de equipamentos e métodos construtivos. O EIA identificou os estudos necessários para o próximo estágio do projeto, o do projeto executivo, para contornar possíveis impactos.

Baseando-se nas avaliações acima citadas, o projeto foi considerado viável.

4. RECOMENDAÇÕES

O Estudo recomendou a implementação da gestão ambiental e o fortalecimento das capacidades de implementação de projeto e de operação.

Implementação da Gestão Ambiental

O Estudo recomendou a criação de uma organização com a função de gerenciamento ambiental dentro da estrutura da SEMADUR. Esta organização deverá ter a capacidade e a competência para integrar todas as informações relativas ao meio ambiente da Baía de Guanabara, visando preparar um plano de gestão, estabelecer os cenários futuros de melhoria, fazer a dotação orçamentária de organizações correlatas e implementar projetos ambientais. O Estudo desenvolveu um modelo de simulação de qualidade da água e um sistema de suporte a decisões para prover esta organização com ferramentas efetivas de planejamento.

Apoio político para a política de meio ambiente é um fator essencial para tornar a política de gerenciamento ambiental sustentável. Nesta linha, o Estudo recomendou a implementação de projetos de educação ambiental e construiu uma página na Internet para a disseminação das informações sobre o meio ambiente da Baía de Guanabara.

Fortalecimento das Capacidades de Implementação de Projeto e de Operação

O Estudo recomendou à CEDAE o seguinte:

- Tomar a iniciativa dos procedimentos para a implementação dos projetos prioritários.
- Preparar um plano de ação para incrementar a receita e reduzir os custos operacionais.
- Preparar um plano de manutenção e reabilitação para as instalações mais antigas.
- Iniciar o monitoramento da operação das ETES existentes.

ÍNDICE DO CONTEÚDO

Prefácio
Carta de Entrega
Resumo Executivo
Índice do Conteúdo
Lista de Tabelas
Lista de Figuras
Abreviações

1.	Introdução	S - 1
1.1	Geral	S - 1
1.2	Bases para a Formação do Estudo	S - 1
1.3	Objetivos do Estudo.....	S - 1
1.4	Área do Estudo	S - 2
1.5	Cronograma do Estudo	S - 2
1.6	Organização do Estudo	S - 3
2.	Análise da Poluição	S - 5
2.1	Introdução	S - 5
2.2	Análise Hidrológica.....	S - 5
2.3	Análise da Carga Poluidora	S - 6
2.4	Modelo de Simulação de Qualidade da Água	S - 7
2.5	Projeto de Banco de Dados e Sistema de Suporte de Decisões (SSD).....	S - 8
3.	Revisão Do Plano Diretor JICA.....	S -11
3.1	Introdução	S -11
3.2	Revisão das Condições Sócio-Econômicas	S -11
3.3	Características Gerais do Plano Diretor JICA.....	S -11
3.4	Avaliação das Realizações do Plano Diretor JICA.....	S -12
3.5	Estratégia de Melhoria do Meio Ambiente da Baía da Guanabara	S -13
3.6	Conclusão	S -14
4.	Revisão do Plano Diretor CEDAE.....	S -16
4.1	Visão Geral	S -16
4.2	Planejamento Básico.....	S -16
4.3	Limites das Unidades de Esgotamento e Sistema de Rede Coletora de Esgoto ..	S -17
4.4	Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs).....	S -19
4.5	Custos de Construção	S -19
4.6	Custos de Operação e Manutenção (O/M)	S -20
4.7	Conclusões.....	S -20
5.	Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Esgotamento	S -21
5.1	Planejamento de Sistemas de Esgotamento.....	S -21
5.2	Projetos de Implementação Prioritária	S -21
5.3	Estimativa de Custos dos Projetos.....	S -21

5.4	Avaliação dos Projetos.....	S -23
5.5	Seleção dos Projetos Prioritários.....	S -23
6.	Estudo de Viabilidade dos Projetos Prioritários	S -25
6.1	Área de Estudo.....	S -25
6.2	Critérios de Projeto.....	S -26
6.3	Projetos Preliminares das Instalações de Esgotamento	S -27
6.4	Estimativa de Custos	S -30
6.5	Avaliação do Projeto.....	S -31
7.	Conclusão e Recomendação	S -33
7.1	Conclusão	S -33
7.2	Recomendação.....	S -33

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Carga Gerada e Carga levado à Baía (DBO5 , TN & TP) Juntamente com a População Total e População conectado às Estações de Tratamento para Cenários Presente e Furturo.....	S - 9
Tabela 3.1	Meta de Redução de Carga Poluidora Estimado pelo Plano Diretor JICA.....	S -11
Tabela 3.2	Combinação Otimizada de Contramedidas para se Atingir as Metas de Qualidade da Água em 2010 Propostos pelo Plano Diretor JICA.....	S -12
Tabela 3.3	Comparação das Condições Atuais e as Metas de Curto Prazo	S -12
Tabela 3.4	Nova Meta de Qualidade da Água e Anos Meta.....	S -14
Tabela 4.1	População Servida de Esgotmanto, pelo Plano Diretor CEDAE e Dados do Censo 2000.....	S -17
Tabela 4.2	Características do Efluente para Projeto	S -17
Tabela 4.3	População e Vazão de Efluentes por UEs (2020).....	S -18
Tabela 5.1	Custo dos Projetos.....	S -22
Tabela 5.2	Primeiro Estágio do Programa (2004 a 2010).....	S -24
Tabela 6.1	UEs Existentes e Estudo de Viabilidade	S -25
Tabela 6.2	Localização dos Projetos Prioritários.....	S -26
Tabela 6.3	Vazão de Efluente Médio Diário	S -26
Tabela 6.4	Componentes de Rede Coletora	S -27
Tabela 6.5	ETEs	S -27
Tabela 6.6	Custos do Projetos dos Projetos Prioritários.....	S -30
Tabela 6.7	Custo de O/M do Projeto.....	S -30
Tabela 6.8	Custo de Projeto dos Projetos Prioritários	S -31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Área do Estudo	S - 2
Figura 1.2	Cronograma do Estudo	S - 2
Figura 1.3	Organização do Estudo.....	S - 3
Figura 2.1	Conceito da Análise da Poluição.....	S - 5
Figura 2.2	Interdependência dos Módulos do Modelo de Simulação da Qualidade da Água	S - 7
Figura 2.3	Total de DBO Medidos e Simulados, DBO de Detritos (esquerda), Clorofila (direita)	S -10
Figure 3.1	Resultado da Simulação de Qualidade da Água (Caso: PDBG I, 2000).....	S -13
Figura 4.1	Sistemas de Esgotamento e Estações de Tratamento de Esgoto segundo o Plano Diretor CEDAE	S -16
Figura 5.1	Cronograma de Implementação dos Projetos	S -22
Figura 5.2	Localização dos Projetos Prioritários.....	S -24
Figura 6.1	Localização dos Projetos Prioritários.....	S -25
Figura 6.2	Layout Geral das Instalações de Esgotamento da UE de Pavuna	S -28
Figura 6.3	Layout Geral das Instalações de Esgotamento da UE de Acari	S -28
Figure 6.4	Layout Geral das Instalações de Esgotamento da UE de Sarapuí.....	S -29
Figura 6.5	Layout Geral das Instalações de Esgotamento da UE de Bangu.....	S -29
Figura 6.6	Cronograma de Implementação.....	S -31

ABREVIACÕES

1. ORGANIZATIONS

ABC	Agência Brasileira de Cooperação (Brazilian Cooperation Agency)
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas (Brazilian Association of Technical Standards)
AFB	Agência Financeira da Bacia (Basin Financial Agency)
BC	Banco Central (Central Bank of Brazil)
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento (Inter-American Development Bank - IDB)
BIRD	Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (International Bank for Reconstruction and Development - IBRD)
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (National Bank for Economic and Social Development)
CECA	Comissão Estadual de Controle Ambiental (State Commission for Environmental Control)
CEDAE	Companhia Estadual de Aguas e Esgoto (State Company of Water and Sewages)
CEF	Caixa Econômica Federal (Federal Savings Bank)
CEHAB	Companhia Estadual de Habitação (State Company of Housing)
CET-Rio	Companhia de Engenharia de Trafego do Rio de Janeiro (Traffic Engineering Corporation of Rio de Janeiro)
CIDE	Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro Data and Information Center)
CODIN	Companhia Distritos Industriais (Industrial District Companies) (Industrial Districts Company)
CODEC	Comissão Coordenadora para Execução do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (Coordinating Commission for Pollution Control of Guanabara Bay Program)
COFIEEX	Comissão de Financiamentos Externos (External Financial Commission)
COMLURB	Companhia Municipal de Limpeza Urbana (Municipal Company of Urban Cleaning)
CONTROL	Secretaria de Estado de Planejamento, Controle e Gestão (State Secretariat of Planning, Control and Management)
CPI	Consumer Price Index
CMN	Conselho Monetário Nacional (National Monetary Council)
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente (National Environmental Council)

DCON	Divisão de Controle de Industriais (da FEEMA) (Division of Industry Control)
DER	Departamento de Estradas de Rodagem (Department of Roads and Highways)
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação (da Marinha do Brasil) (Hydrographic and Navigation Board (Brazilian Navy))
DILAB	Divisão de Laboratórios (da FEEMA) (FEEMA's Laboratory Division)
DRM-RJ	Departamento de Recursos Mineirais (Department of Mineral Resources)
DSGME	Diretoria de Serviço Geográfico do Ministério do Exército (Geographical Services Board, Army Ministry)
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento SA
EMOP	Empresa de Obras Público do Estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro State Company of Public Buildings)
FECAM	Fundo Especial para o Controle Ambiental (Special Fund for Environmental Control)
FECF	Fundo Estadual de Combate à Pobreza e às Desigualdades Sociais State Fund for Combat to Poverty and Social Inequality
FEEMA	Fundação Estadual para Engenharia do Meio Ambiente (State Foundation for Environmental Engineering)
GEDEG	Grupo Executivo de Despoluição da Baía de Guanabara (Executive Group for Pollution Control of Guanabara Bay)
GERSOL	Grupo Executivo de Resíduos Sólidos (Executive Group for Solid Residues)
GOB	Government of Brazil
GOJ	Government of Japan
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Brazilian Institute of Environment, Natural and Renewable Resources)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brazilian Institute of Geography and Statistic)
IDB	Inter-American Development Bank (Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID)
IEF	Fundação Estadual de Florestas (State Foundation of Forests)
IMF	International Monetary Fund
IPE INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais (Institute of Space Research) (Space Research Institute)
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia (Meteorologic National Institute)
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (National Institute of Metrology, Standardization and Industrial Quality)
INPH	Instituto de Pesquisas Hidroviárias (Institute of Hydro-routes Research) (Hydro-routes Research Institute)
IPEA	Fundação Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Institute of Applied Economics Research)

IPEM	Instituto de Pesos e Medidas (Institute of Weights and Measures)
IPLANRIO	Instituto de Planejamento Municipal (Institute of Municipal Planning) (Municipal Planning Institute)
IPP	Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (Pereira Passos Municipal Institute of Urbanism)
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
JICA	Japan International Cooperation Agency
JSWA	Japan Sewage Works Association
MMA	Ministério do Meio Ambiente (Ministry of the Environment)
MPO	Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (Ministry of Planning, Budget and Management)
MRE	Ministério das Relações Exteriores (Ministry of Foreign Affairs)
NGO	Non-Governmental Organization
OECF	Overseas Economic Cooperation Fund
OIM	Organização Internacional Marítima (International Maritime Organization)
ONG	Organização Não Governamental (Non-Governmental Organization)
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEDUR	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano (State Secretariat of Urban Development)
SEF	Secretaria de Estado de Fazenda (State Secretariat of Finance)
SEF	Secretaria de Estado de Finanças (State Secretariat of Finance)
SEMADUR	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (State Secretariat of Environment and Urban Development)
SEMAN	Secretaria de Meio Ambiente (State Secretariat of Environment)
SEMAMPE	Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Projetos Especiais (State Secretariat of Environment and Special Projects)
SEPDET	Secretaria de Estado de Planejamento, Desenvolvimento Econômico e Turismo (State Secretariat of Planning, Economical Development and Tourism)
SEPURB	Secretaria de Política Urbana - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (Secretariat of Urban Policy - Ministry of Planning, Budget and Management)
SERLA	Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (State Authority for Rivers and Lagoons)
SESRH	Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos (State Secretariat of Sanitation and Water Resources)
SINS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (National Information System on Sanitation)

SMH	Secretaria Municipal de Habitação da Cidade do Rio de Janeiro (Municipal Secretariat of Housing of Rio de Janeiro City)
SSPU	Subsecretaria Superintendência de Planejamento (Undersecretariat of Urban Planning)
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro (State University of Rio de Janeiro)
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro (Federal University of Rio de Janeiro)
WB	World Bank

2. TERMINOLOGY

AD	Advection Dispersion Model
As	Arsenic
APM	Área de Proteção de Mananciais (Water Catchment Protection Area)
BOD (5)	Biochemical Oxygen Demand, (5-day, 20°C)
C	Carbon
Cd	Cadmium
CDL	Chart Datum Level
Chl-a	Chlorophyll-a
CIF	Cost, Insurance and Freight
Cl ⁻	Chlorine Ion
CN ⁻	Cyanide Ion
COD	Chemical Oxygen Demand
Coliform	Coliform Group Bacteria
Cr (6+)	Chromium Sexavalent
Cu	Copper
DBOD	Dissolved Biochemical Oxygen Demand
DC	Detritus Carbon
D/D	Detailed Design
DHWL	Design High Water Level
DO	Dissolved Oxygen
DLWL	Design Low Water Level
EC	Electrical Conductivity
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Rate of Return
EL	Elevation
EU	Eutrophication Model
FC	Foreign Currency
F. coli	Fecal Coliform Bacteria
FIRR	Financial Internal Rate of Return
F/M	Food-to-Microorganisms Ratio
F/S	Feasibility Study
GIS	Geographic Information System
GDP	Gross Domestic Product
GRDP	Gross Regional Domestic Product

HD	Hydrodynamic Model
H ₂ S	Hydrogen Sulfide
Hg	Mercury
HHW	Highest High Water
HW	High Water
IL	Ignition Loss
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias (Value Added Taxes on Sales and Services)
INPC	Índice Nacional de Preços ao Consumidor (National Consumer Price Index)
K	Mineralization Constant, 1/day
L _{BOD}	Specific BOD load, kg/km ² /day
L _{TN}	Specific TN load, kg/km ² /day
L _{TP}	Specific TP load, kg/km ² /day
L _{PO4}	Specific PO ₄ -P load, kg/km ² /day
L _{DIN}	Specific DIN load, kg/km ² /day
L _{TOTAL}	Total pollution before self purification, ton/day
L _{MON}	Monitored load to Bay, ton/day
L _{WWTP-DIS}	Load from WWTP, ton/day
L _{POP. WITHOUT SEWER}	Load from population without sewer, ton/day
L _I	Load from large industries, ton/day
L _M	Load from small scale treatment units, ton/day
L _{AREAL}	Natural background load, ton/day
L _{RIVER}	Load to river, ton/day
LC	Local Currency
LLW	Lowest Low Water
LW	Low Water
MBAS	Methylene Blue Active Substance
MHWN	Mean High Water Neaps
MHWS	Mean High Water Spring
MIKE 21	Model System from DHI Water and Environment
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solids
MLWN	Mean Low water Neaps
MLWS	Mean Low Water
MPN	Most Probable Number
MSL	Mean Sea Level
MW	Minimum Wage
N	Nitrogen
NAM	Precipitation Run-off Model
NH ₄ -N	Ammonia Nitrogen
NH ₂ -N	Nitrite Nitrogen
NO ₃ -N	Nitrate Nitrogen
NPV	Net Present Value
NTU	Nephelometric Turbidity Units
OM or O/M	Operation and Maintenance
P	Phosphorus
PAR	Photosynthetic Active Radiation

Pb	Lead
PC	Phytoplankton Carbon
PCB	Polychlorinated Biphenyls
PDBG	Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (Guanabara Bay Pollution Abatement Program)
pH	The Reciprocal of the Logarithm of the Hydrogen-ion Concentration (potential of hydrogen ion)
PIS	Programa de Integração Social (Employees' Profit Participatio Program)
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento (National Plan of Sanitation)
PMSS	Plano de Modernização do Setor de Saneamento(do Ministério do Planejamento) (Modernization Plan for the Sanitation Sector [of the Ministry of Planning])
PNB	Programa Nova Baixada (Nova Baixada Program)
PO ₄ P	Phosphate Phosphorus
PPA	Programa Plurianual (4-year Plan)
PROSANEAR	Programa de Saneamento para a População de Baixa Renda (Sanitation Program for the Low Income Population)
PVC	Polyvinyl Chloride
Q _s	Specific Discharge, l/km ² /sec
SRT	Solids Retention Time
SS	Suspended Solids
SS (IL)	Ignition Loss of Suspended Solids
SUS	Sistema Único de Saúde (Unified Health System)
TDP	Total Dissolved Phosphorus
TDH	Total Dynamic Head
THg	Total Mercury
TIN	Total Inorganic Nitrogen
TIP	Total Inorganic Phosphorus
TN	Total Nitrogen
TNK	Total Kjeldahl Nitrogen
TOC	Total Organic Carbon
TON	Total Organic Nitrogen
TOP	Total Organic Phosphorus
TP	Total Phosphorous
TR (IL)	Ignition Loss of Total Residue
TS	Total Solids
Turb.	Turbidity
VTS	Volatile Total Solids
TSS	Total Suspended Solids
UV	Ultra Violet
VSS	Volatile Suspended Solids
VTS	Volatile Total Solids

WTP	Willingness to Pay
WWTP	Wastewater Treatment Plant
WQ	Water Quality Model
Zn	Zinc

3. UNITS

cm	centimeter
cm ²	square centimeter
g	gram
g/m ³	gram per cubic meter
ha	hectare
km ²	Square kilometer
kg	kilogram
kg/d	kilogram per day
km	kilometer
kW	kilowatt
L	liter
L/d	liter per day
Lpcd	liter per capita per day
L/s	liter per second
L/km ² /sec	liter per square kilometer per second
m ²	square meter
m ³	cubic meter
m ³ /d	cubic meter per day
m ³ /h	cubic meter per hour
m ³ /m	cubic meter per minute
m ³ /s	cubic meter per second
mm ²	square millimeter
m ³ /m ² /d	cubic meter per square meter per day
m	meter
mg	milligram
mg/L	milligram per liter
ml	milliliter
mm	millimeter
m/s	meter per second
s	second
t	ton (1,000 kg)
W	watt
R\$	Brazilian Currency, Real
¥	Japanese Currency, Yen
US\$	United States Currency, Dollar
%	Percent

Currency exchange rate adopted is the two digits half currency adjust of monthly average exchange rate in July, 2002, when actual cost estimates work started.

R\$2.9 = US\$1 = 120 Yen

1. INTRODUÇÃO

1.1 GERAL

Respondendo à solicitação do Governo da República Federativa do Brasil (GB) no ano de 2000, o Governo do Japão (GJ) concordou em realizar um Estudo para o Controle e Recuperação das Condições Ambientais da Baía de Guanabara no Rio de Janeiro, República Federativa do Brasil (Estudo). Em conformidade, a Japan International Cooperation Agency (JICA), agência oficial responsável pela implementação de programas de cooperação técnica do GJ, foi designado para o desenvolvimento do Estudo, em estreita cooperação com as autoridades do GB.

A JICA enviou uma equipe preparatória de estudos à República Federativa do Brasil, para uma avaliação preliminar, assim como para discutir o Escopo de Trabalho para o Estudo. O Escopo de Trabalho e a Minuta da Reunião foram acordados entre a Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos (SESRH) do Estado do Rio de Janeiro e a JICA, em 07 de novembro de 2001. A JICA designou a joint venture formada pela Pacific Consultants International em associação com a Nihon Suido Consultants, para conduzir o Estudo, formando a Equipe de Estudo em março de 2002. Os trabalhos foram iniciados pela Equipe de Estudos no Rio de Janeiro em maio de 2002 e concluídos em agosto de 2003.

1.2 BASES PARA A FORMAÇÃO DO ESTUDO

A Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, tem um cenário consideravelmente bonito e inclusive servindo como base para um símbolo nacional para o Brasil. Entretanto, desde os anos 90, o lançamento de esgoto não tratado e o despejo de dejetos sólidos, vem causando a degradação da qualidade da água na Baía de Guanabara..

A JICA empreendeu o “Estudo sobre a Recuperação do Ecossistema da Baía de Guanabara”, elaborando um Plano Diretor (Plano Diretor JICA) em 1994, sendo que também a Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) elaborou o “Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana do Rio de Janeiro” (Plano Diretor CEDAE), em 1994. A CEDAE vem implementando o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), com financiamentos do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) com o co-financiamento do Banco do Japão para a Cooperação Internacional (JBIC, antigo OECF).

O PDBG é considerado como parte do Plano Diretor CEDAE e os projetos estão em andamento, com previsão de término para 2003. A CEDAE está planejando também atuar na melhoria das condições ambientais da Baía de Guanabara, como uma extensão dos sistemas de tratamento de esgotos, entao o GB requereu junto ao GJ a condução de um Estudo de Viabilidade para este projeto.

1.3 OBJETIVOS DO ESTUDO

Os objetivos do Estudo são:

- Revisão do Plano Diretor que foi elaborado através do “Estudo Para a Recuperação do Ecossistema da Baía de Guanabara”
- Revisão da porção correlata a Bacia da Baía de Guanabara do “Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana do Rio de Janeiro”
- Elaborar um Estudo de Viabilidade (F/S) no(s) projeto(s) prioritário(s), selecionados no estudo sobre os sistemas de esgotamento sanitário na bacia da Baía de Guanabara
- Concretizar a transferência de tecnologia para o pessoal de contraparte durante os trabalhos do Estudo.

1.4 ÁREA DO ESTUDO

O Estudo abrange a área da Bacia da Baía de Guanabara, como demonstrado na *Figura 1.1*. A bacia toda fica localizada dentro dos limites do Estado do Rio de Janeiro e inclui 16 municipalidades.

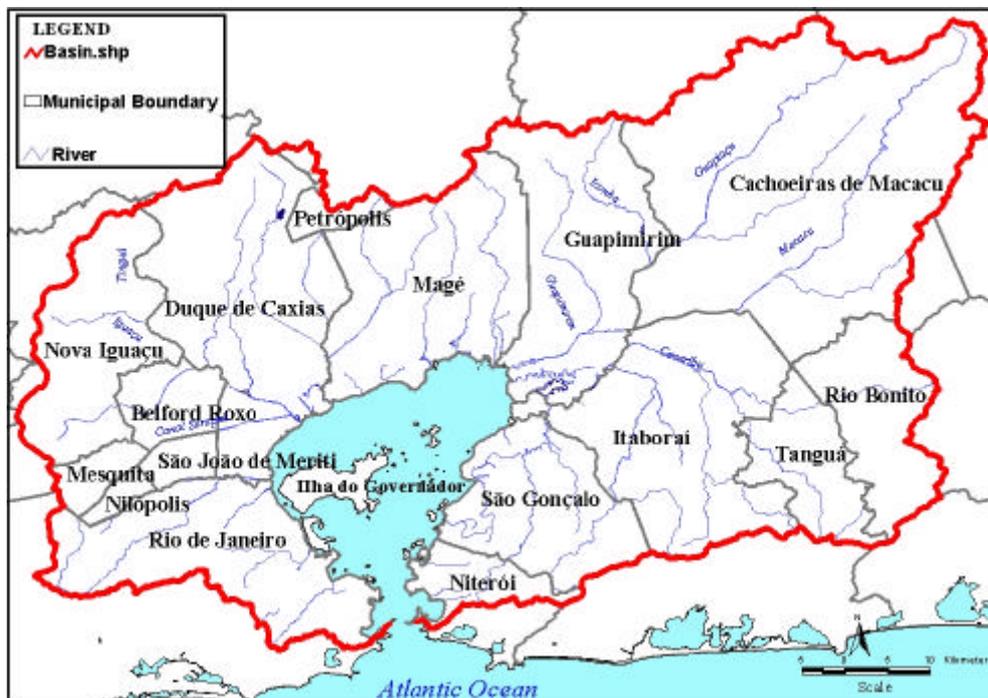


Figura 1.1 Área do Estudo

1.5 CRONOGRAMA DO ESTUDO

O cronograma do Estudo está demonstrado a seguir, na *Figura 1.2*. O Estudo será completado em 18,5 meses, entre meados de março de 2002 e final de setembro de 2003, em cinco etapas de trabalhos. O Estudo consiste de duas fases do ponto de vista de resultados do Estudo: Fase I: Revisão dos Planos Diretores e, Fase II: Estudo de Viabilidade.

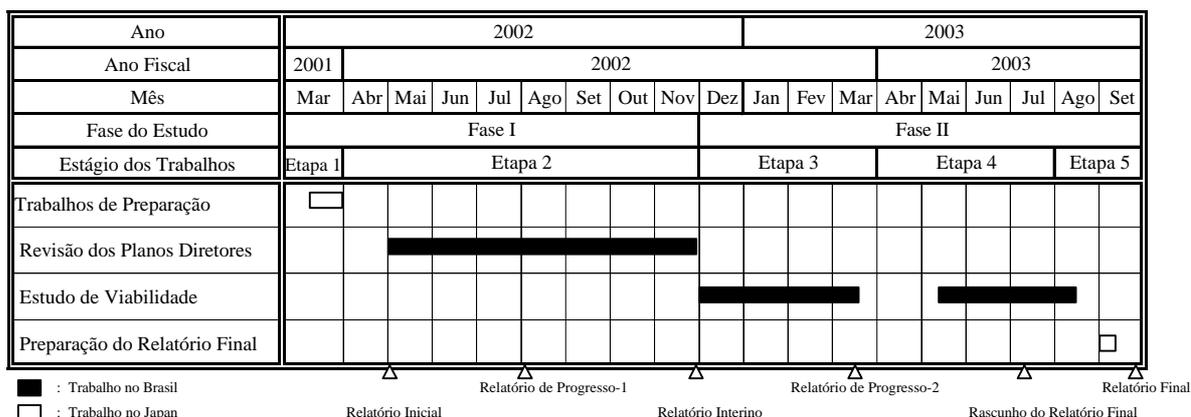


Figura 1.2 Cronograma do Estudo

1.6 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

O estudo é conduzido sob o esquema de organização como demonstrado na *Figura 1.3*.

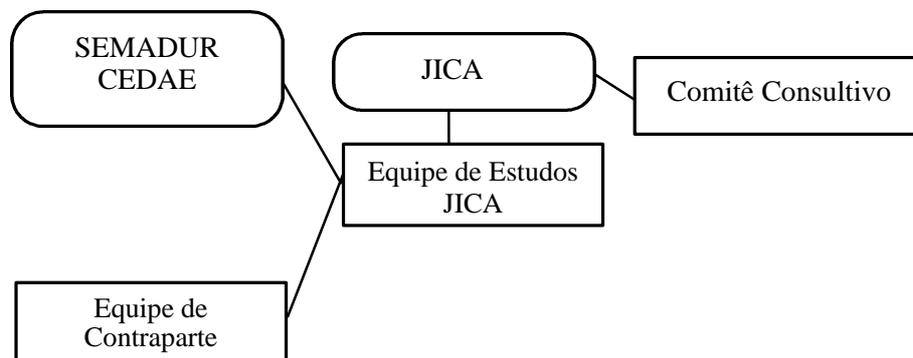


Figura 1.3 Organização do Estudo

Os membros da Equipe de Estudos da JICA estão relacionados a seguir:

JICA STUDY TEAM

Assignments	Name
Team Leader / Water quality restoration	Akira TAKECHI
Pollution analysis A	Erik Kock Rasmussen
Pollution analysis B	Thomas Uhrenholdt
Pollution analysis C	Sivapragasam Kugaprasatham
Hydrological analysis	Sabbir Hassan
Wastewater Planning	Shohei SATA
Sub-Team Leader/ Wastewater treatment design	Masakazu NAKAO
Sewer design	Seiichi HANAFUSA
Organization and Institution	Jose Henrique Penido Monteiro
Database	Ryo MATSUMARU
Economic and financial analysis	Yoji SAKAKIBARA
Environment Impact	Tetsuji KAWAMURA
Social consideration	Ione Marisa KOSEKI CORNEJO
Social consideration B/ Study Coordination	Chiho OCHIAI
Interpreter A	Keiko FUJISAWA
Interpreter B	Cesar MATONO

JICA ADVISORY COMMITTEE

Assignments	Name
Chairman of the committee	Yuji OKAYASU
Committee member	Masami MIZUGUCHI

Os membros da equipe de contrapartida estão relacionados a seguir:

From January 2003

Assignment	Name	Organization
Chief Counterpart	Rafael Carvalho Oliveira Santos	PDBG, CEDAE
Water Quality Restoration	Fátima de Freitas Lopes Soares	DEP (Water Quality Division), FEEMA
Pollutant Analysis	Elisabeth Lima	DEP (Water Quality Division), FEEMA
Hydrology	André Pinhel	SERLA
Wastewater Planning	Marcos Antonio Coimbra do Nascimento	DRO (West Regional Directory), CEDAE
Wastewater Design	Sérgio Pinheiro de Almeida	PDBG, CEDAE
Sewer Design	Marcos Vinícios M. Fagundes	DRO (East Regional Directory), CEDAE
Database	Vera Lucia de Souza Pinheiro	PDBG, CEDAE
Environmental Impact	Isabel Hirsch de Alcântara	DECON (Non Industrial Activities Division), FEEMA
Social Consideration / Environmental Education	Dionê Maria Saldanha Marinho	PAC SSA-PA / SEMADUR
Solid Waste	José Maria de Mesquita Jr.	SSA-PA / SEMADUR
Representative of SEMADUR	Alexandre Augusto Furlanetto	Under Secretary of Environment Assistant, SEMADUR
SEMADUR	Alberto José Mendes Gomes	Under Secretary of Environment SEMADUR
Representative of CEDAE	Breno Marinho Junqueira	PDBG, CEDAE

FORMER COUNTERPART TEAM

Until December 2002

Assignment	Name	Organization
Chief Counterpart	Luis Edmundo Cascão Silva	PDBG, CEDAE
Water Quality Restoration	Celso Bredariol	DEP (Water Quality Division), FEEMA
Pollutant Analysis	Elisabeth Lima	DEP (Water Quality Division), FEEMA
Hydrology	Mônica Miranda Falcão	SERLA
Wastewater Planning	Ciro Lacerda Correia Filho	DRO (West Regional Directory), CEDAE
Wastewater Design	Rafael Santos	PDBG, CEDAE
Sewer Design	Marcos Vinícios M. Fagundes	DRO (East Regional Directory), CEDAE
Database	Vera Pinheiro	PDBG, CEDAE
Environmental Impact	José M. Mesquita Jr.	DECON (Non Industrial Activities Division), FEEMA
Economic/Financial Analysis and Social Consideration	José Stelberto Porto Soares	SEPDET
Study Administration	Gladstone de Castro	SESRH

2. ANÁLISE DA POLUIÇÃO

2.1 INTRODUÇÃO

A análise da poluição consiste dos seguintes quatro componentes e seus conceitos seguem conforme mostrado na *Figura 2.1*:

- Análise hidrológica para determinação de dados sobre renovação de água para o modelo hidrodinâmico do modelo de simulação de controle de água.
- Análise da carga poluidora para calcular os dados para o modelo de simulação da qualidade de água a partir de informações sobre fontes de poluição na bacia.
- Desenvolvimento de um modelo de simulação de qualidade de água para estimar a qualidade da água da baía, baseado na carga poluidora estimada da bacia.
- Desenvolvimento de um sistema de apoio de decisões, baseado em dados de carga poluidora, para possibilitar a estimativa da qualidade da água da baía através da alimentação de informações sobre as fontes poluidoras na bacia.

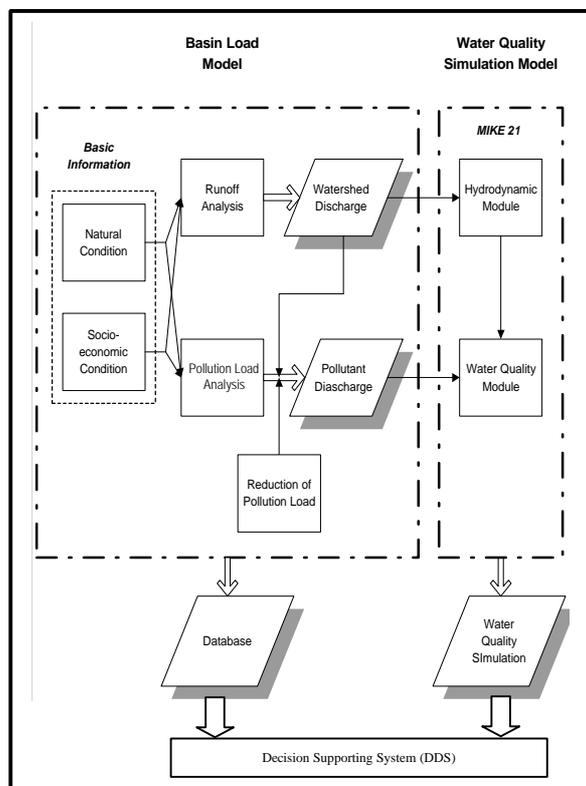


Figura 2.1 Conceito da Análise da Poluição

2.2 ANÁLISE HIDROLÓGICA

Os propósitos da análise hidrológica são os de estimar vazão diária de cada rio da bacia que contribui com um fluxo de água para o modelo de simulação hidrodinâmico.

(1) Dados Usados na Análise

Os dados meteorológicos foram coletados do INMET, SERLA e web-site do GEO-RIO. Enquanto que todos os dados coletados foram utilizados como base da análise hidrológica, os dados diários de pluviosidade, que são necessários para a análise do coeficiente de escoamento (runoff), estavam disponíveis apenas em sete estações.

Dados hidrológicos e de observação do coeficiente de escoamento foram coletados nos livros de registro de leitura dos medidores manuais de vazão em 23 estações em 1999 e 2000. As curvas de vazão, utilizados para calcular o volume da água para a leitura nos medidores, foram geradas pela Equipe de Estudo, utilizando os registros da SERLA de registros de observações de rotina.

(2) Cálculo do Coeficiente de Escoamento

A bacia está dividida em 24 sistemas de rios e cinco grupos de ilhas. Taxas de vazão diária de cada um dos 24 sistemas de rios estão calculado para a temporada chuvosa, média e anos secos, onde foram definidos os seguintes resultados de análises de probabilidade de chuvas totais anuais para 36 anos:

- Ano Médio: pluviosidade total anual da bacia c/50% de probabilidade de não-excedência;
- Ano Seco: pluviosidade total anual da bacia c/10% de probabilidade de não-excedência; e
- Ano Chuvoso: pluviosidade total anual da bacia c/90% de probabilidade de não-excedência.

Principais dados em adição ao cálculo da taxa de fluxo são os seguintes:

- Coeficiente de escoamento totais (coeficiente de escoamento de superfície + fluxo básico + fluxo de esgoto) para o estudo inteiro do ano 2000, para anos seco, médio e chuvoso foram obtidos respectivamente 113, 96, 131 e 183 m³/s. Entretanto o ano 2000 se situou entre ano seco e ano médio.
- Fluxo básico e fluxo de esgoto, que são considerados constantes para o total da Área de Estudo foram obtidos as médias de 29 e 23 m³/s respectivamente.
- Para o ano médio, o fluxo básico, o fluxo de esgoto e o fluxo do coeficiente de escoamento superficial constituíram 22%, 17% e 61% do coeficiente de escoamento total respectivamente.
- O coeficiente de escoamento máximo advem da bacia do Rio Guapimirim (B1000). Para o ano médio, os rios Guapimirim, Iguazu, Saracuruna e Caceribu constituem 35%, 22%, 8% e 7% (73% do total) do coeficiente de escoamento de toda a Área de Estudo respectivamente.

2.3 ANÁLISE DA CARGA POLUIDORA

O objetivo da análise da carga poluidora são i) fazer um inventário sobre as fontes de poluição na bacia e ii) chegar a uma estimativa do volume de poluição presente e futuro, que atinge a baía através de cada rio da bacia.

A estimativa foi feita para os anos 2000, 2010 e 2020. Além do mais, diferentes expectativas de redução de carga poluidora foram definidos e utilizados para o modelo de simulação da qualidade da água.

(1) Categoria das fontes poluidoras

As fontes de poluição são classificadas da seguinte maneira:

Fontes geradoras

- Geração de carga poluidora por população, calculada por meio de uma unidade de carga de poluição per capita. (54 DBO g/dia/capita, 10 g TN/dia/capita, 2.5 g TP/dia/capita).
- Carga de poluição pelas ETEs calculado por meio da capacidade e eficiência de remoção de carga poluidora do projeto.
- Carga poluidora de empresas de grande porte calculado a partir dos dados coletados no banco de dados sobre os maiores produtores de esgoto, da FEEMA.
- Carga poluidora de unidades de tratamento de menor escala, como os de shopping centers, hospitais, escolas etc, calculado a partir dos registros da FEEMA

Fontes não-pontuais:

- Volume de poluição por área, que atingem os rios, de origem natural, agrícola ou urbana, estimado por dados de qualidade de água do Rio Macacu, na estação de monitoramento da FEEMA MC-967 que coincide com a estação de indicadores 18 da SERLA.

(2) Estimativa de carga poluidora gerada pelos rios da Bacia

A carga poluidora gerados na bacia chega a Baía através dos rios, onde uma fração da carga sera mineralizado ou imobilizado. A carga poluidora que chega a Baía, dado para o modelo de simulação de qualidade da água, foi calculado pelas seguintes equações:

$$L_{RIVER} = L_{WWTP-Dis} + L_{POP-without\ sewerage} + L_I + L_{NI} + L_{AREAL}$$

$$L_{BAY} = L_{RIVER} * e^{K*t}$$

L_{RIVER} ;	carga poluidora para rios.
$L_{WWTP-Dis}$;	carga poluidora gerado pelas ETEs.
$L_{POP-without\ sewerage}$;	carga poluidora da população não coberta pelos sistemas de esgotamento.
L_I ;	carga poluidora de grandes indústrias.
L_{NI} ;	carga poluidora de unidades de tratamento de pequeno porte.
L_{AREAL} ;	carga poluidora por área.
t ;	tempo de retenção médio para cada bacia de rios.
K ;	taxa de mineralização

As cargas resultantes para os anos de 2000, 2010 e 2020 para uma série de possíveis cenários são apresentados na *Tabela 2.1*.

(3) Estimativa de Cenários Futuros de Carga

Um rol de cenários futuros de carga foi definido para possibilitar proceder à estimativa de carga, dando uma concentração máxima de 10 e 5 mg DBO/l na baía e para que possa prever a qualidade das águas depois da implementação de diferentes planos para o tratamento. Os planos em questão são: PDBG I, Estudo de Viabilidade e Plano Estratégico, como mostra a *Tabela 2.1*

2.4 MODELO DE SIMULAÇÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA

Foi desenvolvido um modelo matemático do sistema aquático da Baía da Guanabara. O modelo é utilizado para avaliação das condições presentes da Baía da Guanabara com respeito a certos parâmetros de qualidade da água e para avaliação do impacto de projetos de esgotamento selecionados como prioritários na Bacia da Baía da Guanabara.

(1) Abordagem da Modelagem

A abordagem da modelagem adotada combina um modelo hidrodinâmico com um modelo de advecção-dispersão, com modelos de processo que descrevem processos biológico-químicos que afetam os parâmetros de qualidade da água. Além disso, uma profunda abordagem integrada foi selecionada, correspondendo principalmente a fluxos bi-dimensionais onde a estratificação pode se negligenciada.

Para este propósito, foi utilizado o software de modelagem matemática de sistemas, MIKE 21. Este sistema de modelagem é estruturado com o módulo hidrodinâmico (HD), o módulo de advecção-dispersão (AD), o módulo de qualidade da água (WQ) e o módulo de eutroficação (EU). Na *Figura 2.2*, é apresentada a interdependência dos módulos aplicados do MIKE 21.

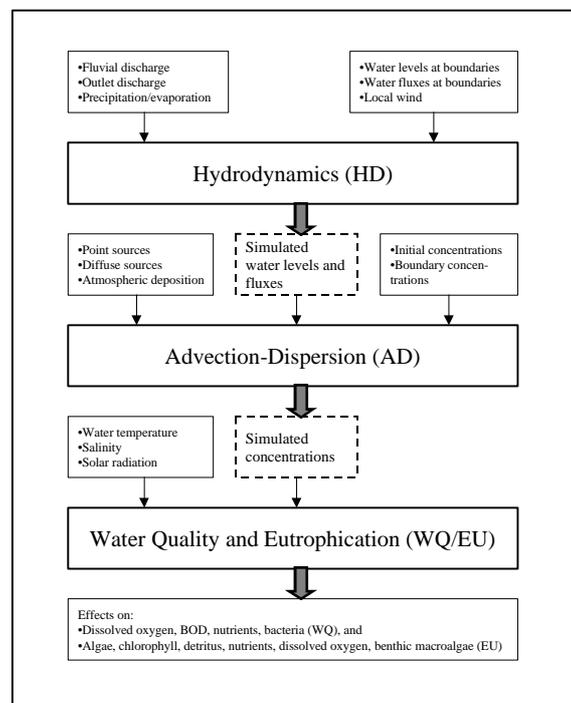


Figura 2.2 Interdependência dos Módulos do Modelo de Simulação da Qualidade da Água

(2) Modelagem Hidrodinâmica e de Advecção-Dispersão

As principais características da área de modelagem estão descritos resumidamente abaixo.

Origem do modelo	23° 00' S; 43° 19' W
Extensão do modelo	33,1 x 39,8 km ²
Espaçamento da malha (DX)	330 m
Dimensões da malha	101 x 121
Intervalo de tempo (DT)	80 seg.

A calibragem dos modelos hidrodinâmico e de advecção-dispersão foi finalizada pela calibração das marés e pela calibração de salinidade.

(3) Modelagem da Eutroficação

O módulo de Eutroficação descreve o ciclo de carbono-C, nitrogênio-N, fósforo-P e oxigênio-O₂, num corpo d'água eutroficado. O modelo simula o crescimento e desenvolvimento do fitoplâncton em função das cargas de nutrientes e material orgânico inanimado.

O módulo de Eutroficação inclui os seguintes componentes:

Estados variáveis: fitoplâncton (C, N, P), detritos (C, N, P), zooplâncton (C, N, P) N & P inorgânico e oxigênio.

Processo Dominante: produção líquido primário de fitoplâncton e oxigênio, morte e mineralização do fitoplâncton e detritos.

Outros: piscina de detritos, selecionando nutrientes inorgânicos (N & P) pelo crescimento de fitoplâncton, consumo de oxigênio pela mineralização de detritos.

O modelo de Eutroficação é calibrado mediante os valores do DBO, clorofila, Nitrogênio e Fósforo Total, N & P inorgânico das sete estações de monitoramento dentro da Baía. *Figura 2.3* demonstra a calibração do DBO e clorofila.

2.5 PROJETO DE BANCO DE DADOS E SISTEMA DE SUPORTE DE DECISÕES (SSD)

O Banco de Dados será realizado pelos seguintes dois propósitos:

- Para a utilização como uma fonte repositório de dados das simulações de qualidade da água.
- Para a utilização como uma ferramenta num sistema de apoio de decisões.

Para o primeiro propósito, um banco de dados baseados no software Arcview foi desenvolvido pela incorporação espacial de dados e dados tabulados de informações sobre a Bacia, como mapas topográficos, sistemas administrativos, bacias pluviais, sistemas de esgotamento, uso do solo, população e localização das principais fontes poluidoras, que determinarão a carga poluidora da Bacia.

Para o segundo, Sistema de Suporte de Decisões, foi desenvolvido baseado no banco de dados para ser equipado com as seguintes funções:

- Interfície Gráfica de Usuário para a visualização e edição do banco de dados de Sistema de Informações Georeferenciados (SIG);
- Cálculo da carga poluidora e preparação de arquivos de alimentação de dados de simulação de qualidade da água pelo software MIKE 21;
- Simulação da qualidade da água da Baía de Guanabara pelo MIKE 21; e
- Demonstração e avaliação dos resultados das simulações de qualidade da água baseados em critérios pré-selecionados.

Tabela 2.1 Carga Gerada e Carga levado à Baía (DBO₅ , TN & TP) Juntamente com a População Total e População conectado às Estações de Tratamento para Cenários Presente e Furturo.

Scenario	DBO Gerado Ton/dia	TN Gerado Ton/dia	TP Gerado Ton/dia	DBO para Baía Ton/dia	TN para Baía Ton/dia	TP para Baía Ton/dia	População Total (habitantes)	População conectado (habitantes)
Qualidade da água correpondendo acarga para a Baía								
Ano 2000	474,8	93,9	22,9	275,4	72,0	18,4	8.290.200	2.058.900
Ano 2000 80% DBO, 30 % TN, 50 % TP	474,8	93,9	22,9	64,0	52,7	9,6	8.290.200	
Ano 2000 90% DBO, 35 % TN, 80 % TP	474,8	93,9	22,9	35,9	49,1	4,1	8.290.200	
Ano 2000 90% DBO, 80 % TN, 80 % TP	474,8	93,9	22,9	35,9	16,4	4,1	8.290.200	
Ano 2010	520,3	103,9	25,2	300,6	78,7	20,2	9.013.000	2.165.300
Ano 2010 80% DBO, 30 % TN, 50 % TP	520,3	103,9	25,2	69,1	57,4	10,5	9.013.000	
Ano 2010 90% DBO, 35 % TN, 80 % TP	520,3	103,9	25,2	38,5	53,5	4,5	9.013.000	
Ano 2020	557,9	112,0	27,1	321,2	84,0	21,6	9.619.500	2.262.100
Ano 2020 90% DBO, 35 % TN, 80 % TP	557,9	112,0	27,1	40,6	57,0	4,7	9.619.500	
Setor de Tratamento								
Ano 2000, L setor 80% DBO, 30 % TN, 50 %TP	474,8	93,9	22,9	253,4	70,3	17,8	8.290.200	
Ano 2000, NE setor 80% DBO, 30 % TN, 50 %TP	474,8	93,9	22,9	253,8	69,3	17,8	8.290.200	
Ano 2000, NO setor 80% DBO, 30 % TN, 50 %TP	474,8	93,9	22,9	232,3	67,9	16,8	8.290.200	
Ano 2000, O setor 80% DBO, 30 % TN, 50 %TP	474,8	93,9	22,9	155,5	62,4	14,7	8.290.200	
PDBG I								
Ano 2000 PDBGI	474,8	93,9	22,9	214,3	69,9	17,8	8.290.200	3.488.600
Ano 2010 PDBGI	520,3	103,9	25,2	238,3	76,3	19,5	9.013.000	3.627.700
Ano 2020 PDBGI	557,9	112,0	27,1	257,8	81,4	20,9	9.619.500	3.752.400
Estudo de viabilidade								
Ano 2010 Estudo de viabilidade	520,3	103,9	25,2	194,3	73,8	18,3	9.013.000	5.003.900
Ano 2010 Estudo de viabilidade, 90% DBO, 30% TN, 50% TP	520,3	103,9	25,2	181,3	72,9	17,2	9.013.000	5.003.900
Plano Estratégico								
Ano 2020 Plano Estratégico	557,9	112,0	27,1	182,8	76,9	20,3	9.619.500	6.700.200
Ano 2035 Plano Estratégico, população ano 2020	557,9	112,0	27,1	125,3	79,2	20,7	9.619.500	7.914.000
Ano 2035 Plano Estratégico, 90% DBO, 30% TN, 80% TP	557,9	112,0	27,1	125,3	76,0	10,8	9.619.500	7.914.000

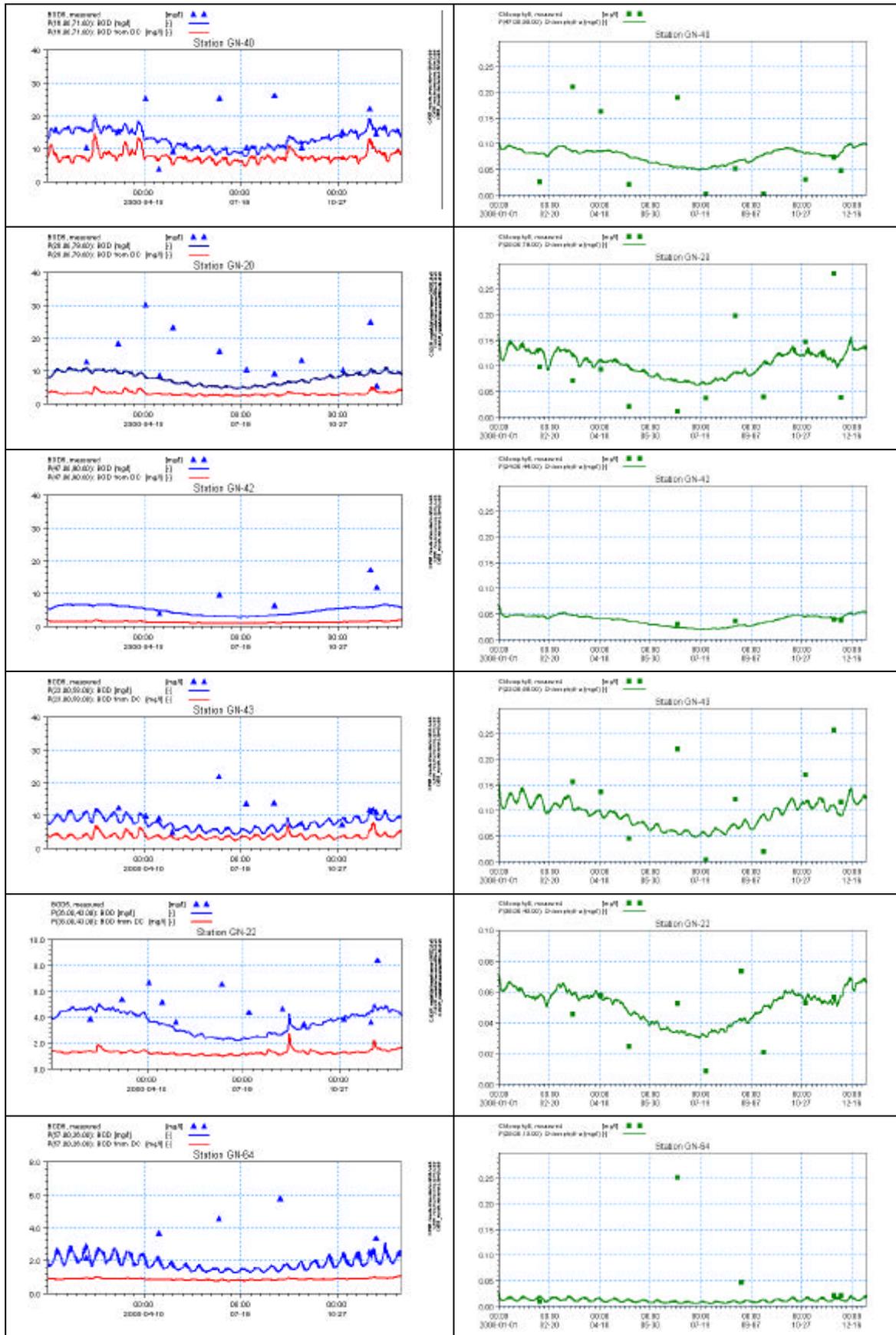


Figura 2.3 Total de DBO Medidos e Simulados, DBO de Detritos(esquerda), Clorofila (direita)

3. REVISÃO DO PLANO DIRETOR JICA

3.1 INTRODUÇÃO

“O Estudo sobre a Recuperação do Ecossistema da Baía da Guanabara” conduzido pela JICA em 1994 propôs um plano abrangente do controle da qualidade da água (chamado de “Plano Diretor JICA” neste relatório). O Plano Diretor JICA foi revisto para avaliar os efeitos dos sistemas de esgotamento sanitário desenvolvidos e para se fazer um plano mais efetivo, ajustando-o às condições atuais que são consideravelmente diferentes das condições pré-estabelecidos no Plano Diretor JICA original.

O Plano Diretor JICA foi revisado com o propósito de estratégias de melhoria do meio ambiente da Baía de Guanabara, colocando um peso maior para a realidade atual.

3.2 REVISÃO DAS CONDIÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS

O Plano Diretor JICA utilizou dados populacionais baseados no censo de 1991. Sendo que este item foi revisado com os dados do mais recente censo de 2000.

A população atual (8.290.300 habitantes em 2000) na bacia está 4% menor e a população projetada para o ano 2010 (9.013.026 habitantes) é 6% menor quando comparados ao Plano Diretor JICA.

Embora o Plano Diretor JICA tenha estimado taxas de crescimento econômico por classificação industrial, a taxa de crescimento econômico foi atualizado pelo Estudo baseado em prognósticos fornecidos pela Secretaria de Estado da Fazenda (SEF). Os prognósticos da SEF são de uma baixa taxa de crescimento, de 1,5% entre 2011 e 2017 tendo uma previsão do desaceleração da indústria do petróleo que tem sido um dos fatores de crescimento econômico do Estado.

3.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PLANO DIRETOR JICA

(1) Metas

O Plano Diretor JICA estabeleceu anos meta para a melhoria como apresentado a seguir:

Meta de curto prazo:	2000
Meta de médio prazo:	2010
Meta de longo prazo:	Não especificado

O Plano Diretor JICA estabeleceu metas de qualidade da água para cada ano meta. Quanto à meta de qualidade da água para o plano de longo prazo, o Plano mencionou “o nível ao qual o ecossistema da Baía da Guanabara seria recuperado” e supôs que esse nível corresponde às condições anteriores a meados dos anos 60, mas não levou-o a termo.

O Plano Diretor JICA estimou as condições toleráveis de carga poluidora para se atingir a meta de qualidade da água. Entretanto o plano não indicava diretamente a redução de carga poluidora necessário, que está sumarizado baseado em dados estimados pelo plano como mostra a *Tabela 3.1*.

Tabela 3.1 Meta de Redução de Carga Poluidora Estimado pelo Plano Diretor JICA

Bacia	Tolerância Estimada ¹⁾ Carga Poluidora Externa para Atingir a Meta de Médio Prazo da Qualidade da Água (ton/ano)	Carga Poluidora Estimada ²⁾ de cada bacia (ton/ano)		Meta de Redução de Carga Poluidora ³⁾ (ton/ano)		
		2000	2010	2000	2010	
Total	DBO	232	375,39	415,33	143,39	183,33
	T-P	13,2	23,25	25,69	10,05	12,49

Nota: 1) e 2) são dados estimados no Plano Diretor JICA. 3) foi calculado por este Estudo (= 2) – 1))

(2) Contramedidas

Para se atingir as metas propostas, o Plano Diretor JICA propôs “Combinação de Medidas Otimizadas por Bacia” (referido como contramedidas neste capítulo), como demonstrado na *Tabela 3.2*.

The countermeasures made the stage 1 of PDBG. Dentre as contramedidas, o desenvolvimento de tratamento de esgotamento sanitário foi realizado como um dos componentes do PDBG (Programa de Despoluição da Baía de Guanabara).

Tabela 3.2 Combinação Otimizada de Contramedidas para se Atingir as Metas de Qualidade da Água em 2010 Propostos pelo Plano Diretor JICA

Bacia	Medidas	
	Medidas Físicas	Medidas Não Físicas
Leste	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tratamento de Esgoto (Primário) ➤ Tratamento de Esgoto (Avançado) ➤ Tratamento das indústrias de processamento de pesca 	
Nordeste	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lagoas de Estabilização 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Controle do uso do solo
Noroeste	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tratamento de Esgoto (Primário) ➤ Lagoas de Estabilização ➤ Tratamento das indústrias de processamento de pesca 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Controle do uso do solo
Oeste	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tratamento de Esgoto (Primário) ➤ Emissário submarino 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Melhoria dos serviços sanitários nas favelas
Ilhas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tratamento de Esgoto (Avançado) 	
Todas as Bacias		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Maior rigidez no Controle de efluentes industriais

Fonte: Plano Diretor JICA

A estimativa qualitativa na redução de carga poluidora é de cerca de um terço da redução necessária. Sendo que o restante da redução esperado ficaria por conta das medidas adicionais e suplementares propostas, o Plano Diretor JICA concluiu o “Combinação de Medidas Otimizadas por Bacia”.

3.4 AVALIAÇÃO DAS REALIZAÇÕES DO PLANO DIRETOR JICA

Somente o desenvolvimento de esgotamento sanitário, dentre as contramedidas propostas pelo Plano Diretor JICA foi realizado como um dos componentes do PDBG.. Enquanto os seus efeitos não são conhecidos por causa do limitado número de informações, está estimado que se consiga atingir a meta de redução de poluição após o término do PDBG..

Para a qualidade da água, desde o início dos trabalhos do PDBG não tem sido notado efeito de melhoria. Como podemos observar na *Tabela 3.3*, em alguns pontos da Baía a qualidade da água está longe da meta.

Tabela 3.3 Comparação das Condições Atuais e as Metas de Curto Prazo

Pontos de Monitoramento	Qualidade da Água Atual ¹⁾ (DBO mg/l)	Metas de Curto Prazo proposto pelo Plano Diretor JICA (DBO mg/l)
GN-064	4,3	3
GN-022	5,6	5
GN-043	12,7	10
GN-040	22,8	10
GN-020	19,3	8
GN-042	13,7	8
GN-000	7,6	5
GN-026	5,9	5

Nota: 1) Média da qualidade de água, FEEMA, 2000

Para estimar os efeitos do PDBG, foi feita uma simulação da qualidade da água através de um modelo de simulação, presumindo-se que as condições de carga poluidora após o término do PDBG, como mostrado na *Figura 3.1*. Como resultado, poderá ser esperado considerável efeito de melhoria, mas ainda restarão algumas partes bastante sujas, especialmente em partes da área oeste da Baía.

3.5 ESTRATÉGIA DE MELHORIA DO MEIO AMBIENTE DA BAÍA DA GUANABARA

(1) Geral

Foi concluído que o Plano Diretor da JICA deverá ser modificado para que as metas e contramedidas se tornem mais consistentes entre elas e que se tornem mais viáveis. O Estudo adotou as seguintes estratégias para tornar o Plano Diretor JICA viável:

- Posicionar o desenvolvimento de sistemas sanitários como a principal das medidas de melhorias.
- Reestabelecer as metas de qualidade da água de maneira a se tornarem mais viáveis através das contramedidas.

(2) Principal das Medidas de Melhoria

O Estudo adotou os sistemas de esgotamento como principal medida para se poder atingir a meta de qualidade da água, por ela ser esta medida a que irá provocar os maiores efeitos quantitativamente falando.

“Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana do Rio de Janeiro” (abaixo referido como Plano Diretor CEDAE neste relatório) cobre toda a área metropolitana do Rio de Janeiro, incluindo toda a Bacia da Baía de Guanabara. O Plano Diretor CEDAE cobre a Bacia da Baía de Guanabara com 16 sistemas de esgotamento. Alguns sistemas de esgotamento dentre os 16 citados foram implementados como parte do PDBG. A implementação consecutiva do Plano Diretor CEDAE poderá trabalhar como uma das medidas de melhoria do meio ambiente da Baía de Guanabara.

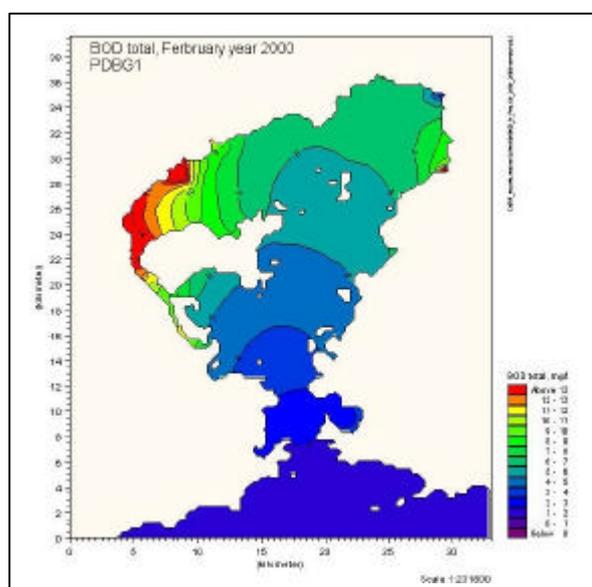


Figure 3.1 Resultado da Simulação de Qualidade da Água (Caso: PDBG I, 2000)

Portanto, o Plano Diretor CEDAE sofreu uma revisão no Capítulo 5 do Relatório Principal, no sentido de ir ao encontro das condições existentes e está proposto no Capítulo 6 do Relatório Principal como um Plano Estratégico para se alcançar as metas de qualidade da água, envolvendo o Plano Diretor CEDAE em torno do tema da melhoria do meio ambiente da Baía de Guanabara.

(3) Medidas de Melhoria Suplementares

Enquanto a estratégia a ser proposta não adota outras medidas que não o desenvolvimento de esgotamento para se alcançar a meta de qualidade da água, ainda assim continua necessário a consideração de outras medidas para suplementar a melhoria ambiental causado pelo desenvolvimento dos sistemas de esgotamento.

Remoção de sedimento e de lixo são recomendáveis do ponto de vista a suprir as medidas para melhorar as condições existentes, para a preservação dos mangues, conservação de áreas pantanosas emolhadas, e recomendados como medidas para a redução da carga poluidora proveniente da Baía, assim como proposta de conservação da natureza..

(4) Reestabelecimento das Metas de Qualidade da Água

Remoção das desagradáveis condições existentes na Baía, deverá ter alta prioridade quando da restauração do valor utilitário. A meta de melhoria é estudado avaliando-se a viabilidade e reestabelecendo o equilíbrio entre a meta requerida pelas condições existentes da Baía e a viabilidade pelo desenvolvimento de sistemas de esgotamento. Novas metas foram estabelecidas como mostrado na *Tabela 3.4*.

Tabela 3.4 Nova Meta de Qualidade da Água e Anos Meta

Meta	Descrição	Anometa
Curto prazo	Remoção das condições desagradáveis. DBO menor que 5 mg/l em todos os pontos de monitoramento da Baía.	2010
Médio prazo	DBO menor que 5 mg/l em todos os pontos de monitoramento, exceto em algumas áreas a oeste.	2020
Longo prazo	Classificação da Qualidade da Água conforme DZ105 da FEEMA.	Não especificado

3.6 CONCLUSÃO

Revisando-se o Plano Diretor JICA, as condições de realização do Plano Diretor são as seguintes:

- O Plano Diretor JICA proposto para melhorar o meio ambiente da Baía de Guanabara pela combinação de contramedidas, da qual destaca-se o desenvolvimento de sistemas de esgotamento e outras medidas de melhorias suplementares.
- Foi planejado para reduzir um terço a carga poluente do total de redução planejado como meta pelo desenvolvimento de sistemas de esgotamento e reduzir os outros dois terços pelas medidas suplementares.
- Dentre as combinações, somente o desenvolvimento de sistemas de esgotamento tem sido executado como um dos componentes do PDBG desde a realização do Plano Diretor JICA. O escopo de desenvolvimento de sistemas de esgotamento do PDBG excede a proposta inclusa no Plano Diretor JICA.
- Entretanto, não foram reconhecidos efeitos de melhoria porque os projetos do PDBG ainda não se encontram completos. Além do mais, e primordial que estes sistemas de esgotamento ora em andamento não conseguirá atingir as “metas de curto prazo” propostos pelo Plano Diretor JICA.

Baseado nas observações acima, o Estudo concluiu uma estratégia para a melhoria do meio ambiente da Baía de Guanabara listados a seguir:

- Desde que as medidas suplementares propostas no Plano Diretor JICA não são quantitativamente suficientes em termos de efeitos de melhorias, assim como os componentes de um plano podem não ser realizados, o Estudo adotou o desenvolvimento de sistemas de esgotamento como o principal ítem de melhoria.
- Desde que existe o Plano Diretor CEDAE e uma parcela tendo sido implementado pelo PDBG, o Estudo revisou o Plano Diretor CEDAE e conseqüentemente propôs um plano estratégico de desenvolvimento dos sistemas de esgotamento e melhoria do meio ambiente da Baía de Guanabara.
- O desenvolvimento dos sistemas de esgotamento foi colocado como a principal medida para a melhoria sob a condição de ser a principal medida, as metas de qualidade da água foram reestabelecidas considerando-se a viabilidade técnica.

- Como o resultado, para a classificação da qualidade de água da Baía de Guanabara foi adotado a diretriz da FEEMA, DZ 105 como uma meta não compulsória, sem uma ano meta específico, e remoção das condições desagradáveis (representado por DBO menor do que 10 mg/l por toda a Baía) foi adotado como uma meta de curto prazo com o ano meta colocado em 2010. Como meta de médio prazo foi estabelecido a continuação das melhorias ambientais da Baía de Guanabara após a meta de curto prazo, sendo o ano meta colocado em 2020.

4. REVISÃO DO PLANO DIRETOR CEDAE

“Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Agosto 1994” (abaixo referido como Plano Diretor CEDAE neste relatório)” foi revisado no sentido de se atualizarem as diretrizes básicas e moldá-lo como principal medida de melhoria da Baía de Guanabara.

Para o propósito do plano de desenvolvimento de esgotamento na Baía de Guanabara, o escopo da revisão do Plano Diretor CEDAE foi limitado a 16 sistemas de esgotamento localizados dentro da área da bacia da Baía de Guanabara.

4.1 VISÃO GERAL

O Plano Diretor CEDAE divide o território estadual em 32 sistemas de esgotamento, das quais 16 estão localizados dentro da bacia da Baía de Guanabara (Área de Estudo). Alguns sistemas possuem mais do que uma estação de tratamento dentro do sistema, como mostra a *Figura 4.1*.

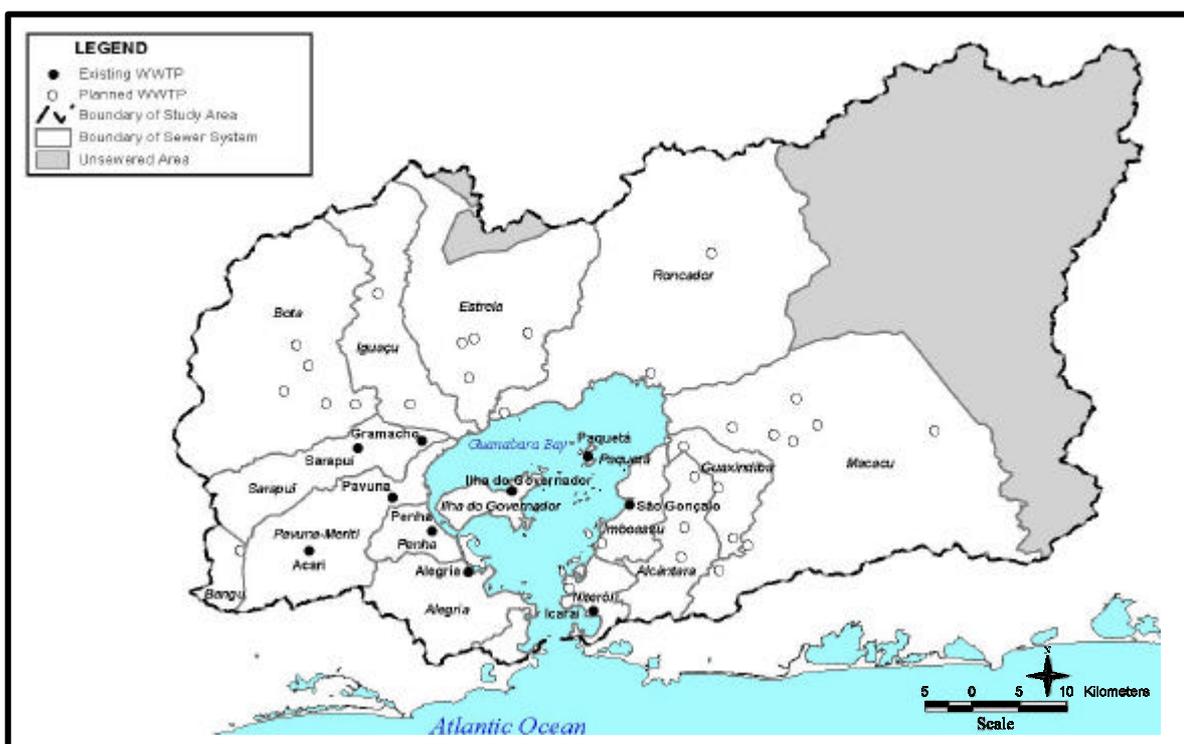


Figura 4.1 Sistemas de Esgotamento e Estações de Tratamento de Esgoto segundo o Plano Diretor CEDAE

4.2 PLANEJAMENTO BÁSICO

(1) População

A população servida estimado nos distritos/sistemas foram estimados no Plano Diretor CEDAE, baseado nos dados do censo populacional de 1991, e projetados para cada 5 anos entre os anos de 1993 e 2035.

Assumindo que 90% dos habitantes serão servidos de sistema de esgotamento, foram feitas projeções populacionais, baseadas no censo de 2000, para 2020 e 2035 e comparadas às projeções do Plano Diretor CEDAE, como mostra a *Tabela 4.1*.

Tabela 4.1 População Servida de Esgotamento, pelo Plano Diretor CEDAE e Dados do Censo 2000

Bases de estimativa	2000	2020	2035	Observação
Plano Diretor CEDAE (1994)	7.367.923	8.371.675	9.695.403	Na área da bacia da Baía de Guanabara
População segundo Censo 2000(*)	7.290.000	8.477.370	-	População administrativa x 0,9

Nota: (*) Utilizado para este Estudo

Aparentemente a estimativa de população servida do Plano Diretor CEDAE está de uma maneira geral de acordo com a que foi encontrada no Censo 2000 e subseqüentes estimativas.

(2) Características do Efluente

O Plano Diretor CEDAE estimou a vazão de contribuição para cada distrito de esgotamento com projeções de 5 em 5 anos até o ano de 2035. O percentual de geração do efluente doméstico foi estimado com base no volume de consumo per capita de água, presumindo uma taxa de retorno de 80% da água consumida, que foi chamado de “vazão média diária”. O efluente industrial seria incluído no efluente doméstico.

O Plano Diretor CEDAE estimou uma média diária per capita de vazão para os vários distritos de esgotamento em variados graus, sendo situados entre 200 e 400 Lpcd (Litros per capita por dia).

Infiltração para as redes foram considerados como sendo algo em torno de 0,05~1,0 L/s km (Litros por segundo por quilômetro) da rede de esgotamento.

Os principais parâmetros de carga poluente, em termos de DBO₅ e SS, são apresentados na *Tabela 4.2*.

Tabela 4.2 Características do Efluente para Projeto

Grau de processamento dentro das ETEs	DBO (mg/L)	SS (mg/L)
Entrada ETE	220	200
Efluente secundário	25	30

4.3 LIMITES DAS UNIDADES DE ESGOTAMENTO E SISTEMA DE REDE COLETORA DE ESGOTO

Por causa das mudanças ocorridas na distribuição da população e do desenvolvimento urbano, parte dos limites das Unidades de Esgotamento (UE) originalmente planejados, a locação das ETE's, etc, tiveram que ser modificados. Alguns novos distritos foram separados ou integrados a outros durante o curso para a implementação.

O sistema de rede coletora de esgoto foi planejado para suportar a vazão máxima horária, que é 1.8 vezes a vazão média diária. A *Tabela 4.3* mostra a população e vazão por distrito.

Tabela 4.3 População e Vazão de Efluentes por UEs (2020)

Sistema de esgotamento	ETE	População Servida (habitantes)	Média Diária Vazão de Efluente		Máxima Horária Vazão de Efluente	
			Vazão per capita (Lcd)	Vazão efluente(L/s)	Vazão per capita (Lcd)	Vazão efluente (L/s)
Alegria	Alegria	1.304.400	300	4.529	524	7.911
Penha	Penha	580.800	235	1.580	407	2.736
Pavuna- Meriti	Pavuna	1.029.600	240	2.860	416	4.957
	Acari	390.200	240	1.084	416	1.879
	Sub-Total	1.419.800		3.944		6.836
Sarapuá	Gramacho	68.400	235	186	407	322
	Sarapuá	825.900	240	2.294	416	3.977
	Sub-Total	894.300		2.480		4.299
Bangu	Bangu	363.200	240	1.009	416	1.749
Bota	Iguaçu 02	126.000	240	350	416	607
	Madame	11.400	240	32	416	55
	Velhos	35.600	250	103	434	179
	Bota	801.500	255	2.366	443	4.110
	Joinville	119.100	220	303	380	524
	Others	-				
	Sub-Total	1.093.600		3.154		5.475
Iguaçu	Xerém	10.500	220	27	380	46
	Campos eliseos	237.200	220	604	380	1.043
	Others	-				
	Sub-Total	247.700		631		1.089
Estrela	1	88.600	245	251	425	436
	2	135.100	250	391	434	679
	3	108.400	250	314	434	545
	4	42.200	245	120	425	208
	Others	-				
	Sub-Total	374.300		1.076		1.868
Roncador	1	17.900	220	46	380	79
	2	72.800	225	190	389	328
	3	20.100	220	51	380	88
	Others	-				
	Sub-Total	110.800		287		495
Macacu	1	80.600	225	210	389	363
	2	61.100	225	159	389	275
	3	31.100	225	81	389	140
	4	26.200	225	68	389	118
	5	36.000	225	94	389	162
	6	44.100	225	115	389	199
	7	19.000	225	49	389	86
	8	26.600	225	69	389	120
	Others	-				
	Sub-Total	324.700		845		1.463
Guaxin- Diba	1	162.500	225	423	389	732
	2	38.000	225	99	389	171
	3	12.600	220	32	380	55
	Others	-				
Sub-Total	213.100		554		958	
Alcântara	Trindade	156.900	220	400	380	690
	Alcântara	91.400	220	233	380	402
	Jardim Nazaré	114.700	220	292	380	504
	Others	-				
	Sub-Total	363.000		925		1.596
Imboassu	Sao Gonçalo	235.000	280	762	488	1.327
	Bomba	40.200	230	107	398	185
	Others	-				
Sub-Total	275.200		869		1.512	
Niteroi	Toque Toque	182.000	250	527	434	914
	Icaraí	182.000	255	537	443	933
	Sub-Total	364.000		1.064		1.847
Ilha do Governador	Ilha do Governador	203.000	220	517	380	893
Paquetá	Paquetá	3.300	705	27	1.253	48
Others		-				
Total		8.135.200		23.491		40.775

Nota: A distribuição populacional utilizado foi projetado baseado nos dados populacionais do Censo 2000. Outras figuras a princípio também foram utilizados no Plano Diretor. A população em 2020 é a base para o planejamento e não necessariamente significa que as instalações estejam construídas em 2020.

4.4 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETES)

O total de vazão de efluente chegando às ETES utilizado para efeito de projeto foi a vazão média diária.

O Plano Diretor calculou as capacidades das ETES baseado nas projeções populacionais, quantidade de efluente e qualidade desejado para o ano de 2035. O ano meta foi modificado para o ano de 2020 na revisão.

O lodo será adensado e desidratado por equipamentos de desidratação em cada uma das ETES. A umidade contida no lodo desidratado é esperado que seja de 75%.

4.5 CUSTOS DE CONSTRUÇÃO

Os custos em US\$ estimados no Plano Diretor são aparentemente altos quando convertidos na moeda brasileira, utilizando-se a taxa de câmbio corrente. A principal razão para isso se deve a que provavelmente a nova moeda (Real) foi adotada em Julho de 1994. Somando-se a isto, não foi considerado a economia de escala que pode haver em se tratando de uma ETE, no Plano Diretor.

Todos os custos necessários foram estimados baseados em preços de meados de 2002 nesta revisão. O custo capital abrange a rede coletora, estações elevatórias e construção de ETES, e aquisição dos terrenos. A moeda de referência utilizado foi o Dólar Americano (US\$) e foi utilizado a seguinte taxa de câmbio:

$$\text{US\$ 1} = \text{R\$ 2,9} = \text{¥120}$$

Na revisão, os custos indiretos e outros custos diretos também foram adicionados, que não tinham sido considerados no Plano Diretor.

(1) Rede Coletora

Os custos do Plano Diretor foram estimados em Dólares Americanos e parecem ser consideravelmente altos quando comparados com os custos de construção correntes. A proporção é de cerca de 50%, mas 70% é aplicado para a estimativa de custos, levando em consideração várias incertezas.

Quanto às UE de Sarapuí, Pavuna e Acari, o custo de construção unitário por hectare de UE é aplicado a outras áreas que não aquelas construídas dentro da Fase – 1 do PDBG. O custo unitário por hectare da construção de tubulações de esgoto é

$$C_s = \text{US\$ 28.000/ha} \quad \text{CS: Custos de Construção Rede Coletora (US\$)}$$

(2) Estações Elevatórias

Cerca de 70% dos custos de construção estimados no Plano Diretor é aplicado nos custos de construção das estações elevatórias para o plano atualizado, exceto para as UEs de Sarapuí, Pavuna e Acari. Nessas, considera-se que os custos de construção de tubulações de esgoto já incluem os custos das EEs.

(3) ETEs

A fórmula custo-capacidade para uma estação de tratamento convencional por lodo ativado é expressa na seguinte fórmula:

$$C_w = 260 Q^{0,7229}$$

onde,

C = Custo de capital da ETE, em US\$1.000

Q = vazão de efluente, em L/s

(4) Aquisição de Terreno para ETEs

A necessidade de terreno para uma estação de tratamento convencional de lodo ativado é de:

$$A = 1.855Q^{0,4864}$$

onde

A = área necessária em m²

Q = Vazão, em l/s

Preços correntes de terrenos para as ETEs situam-se entre US\$ 3 e US\$ 12. Para propósitos de Plano Diretor, o custo de aquisição de terreno foi estimado em US\$15/m² para Alcântara e de US\$10/m² para as outras ETEs.

4.6 CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (O/M)

Custos de O/M não foram calculados para o Plano Diretor. Na revisão, os custos de O/M foram calculados supondo-se que sejam aproximadamente 5% dos custos diretos da construção.

4.7 CONCLUSÕES

Os principais pontos de conclusão estão listados a seguir:

- A comparação das estimativas populacionais feitas pelo Plano Diretor CEDAE de 1994 e as baseadas nos dados do Censo 2000 indicam que a população das UEs cresceu moderadamente na última década, embora em algumas UEs centrais, densamente urbanizadas, o crescimento populacional ou manteve-se estável ou declinou.
- As quantidades e características do esgoto estimado no Plano Diretor CEDAE de 1994 encontram-se na faixa média que não causa severa sobrecarga hidráulica/polvente, desde que as instalações sejam projetadas e construídas de acordo com os critérios propostos no Plano Diretor CEDAE.
- As ETEs propostas utilizando o processo convencional ou modificado de lodo ativado são capazes de produzir efluentes estáveis e de boa qualidade se operados apropriadamente, assim resultando em uma significativa redução das cargas orgânicas que afluem para a Baía;
- Normalmente, os coletores são instalados sob vias públicas. O Plano Diretor CEDAE propôs a instalação de coletores ao longo dos rios mesmo quando não existem vias disponíveis. Em tais casos, os planos dos sistemas de coleta deverão ser estudados novamente e/ou as divisas das UEs modificadas.
- Alguns dos locais previstos para ETEs já foram urbanizados, sendo que outros não puderam ser identificados, devido a que estas áreas não foram asseguradas nem adquiridas. Locais alternativos para as ETEs deverão ser encontrados e assegurados.