

QUALIDADE DE ÁGUA DA BAÍA DE GUANABARA E SANEAMENTO:  
UMA ABORDAGEM SISTÊMICA

Elizabeth Cristina da Rocha Lima

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS  
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS  
EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Aprovada por:

---

Prof. Luiz Fernando Loureiro Legey, Ph.D.

---

Prof<sup>a</sup>. Alessandra Magrini, D. Sc.

---

Prof. Rogério de Aragão Bastos do Valle, D. Sc

---

Prof. Silvio Jablonski, D. Sc.

---

.Prof<sup>a</sup>. Mônica Ferreira do Amaral Porto, D. Sc

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

NOVEMRO DE 2006

LIMA, ELIZABETH CRISTINA DA ROCHA

Qualidade de Água da Baía de Guanabara  
e Saneamento: Uma Abordagem Sistêmica [Rio  
de Janeiro] 2006

XII, 183 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, D.Sc.,  
Planejamento Energético, 2006)

Tese - Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, COPPE

1. Qualidade de Água. 2. Baía de Guanabara.  
3. Saneamento

I. COPPE/UFRJ II. Título ( série )

Ao meu pai, *in memorim*, pelo exemplo de determinação e coragem.

A minha mãe, pelo apoio recebido para minha realização pessoal e profissional.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Luiz Fernando Loureiro Legey, que soube dosar com sensibilidade e precisão os ingredientes necessários à tarefa de orientação: dedicação, solidariedade, cumplicidade, conhecimento e rigor científico. Muito obrigada, ainda, pela amizade e pelos ensinamentos nessa jornada de crescimento.

Ao meu marido, Paulo Solon, pela paciência e apoio constante e, especialmente, pela compreensão de que os finais de semana perdidos com os amigos em Correias podiam ser recuperados posteriormente.

Ao amigo Cláudio Abdouche, que generosamente dispôs de tempo para troca de preciosas informações sobre as perspectivas do saneamento no país, inspirando de forma decisiva os rumos desta tese.

Às amigas Maria Luiza Werneck e Marcela de Biase, pela atenção e disponibilidade na discussão de dúvidas e questionamentos jurídicos, fundamentais para a defesa das premissas levantadas neste trabalho.

A João Paulo Dutra e Simone Gleiser pela troca de informações a partir da experiência da regulação no Estado do Rio de Janeiro.

Aos meus sobrinhos Rafael, Letícia, Rodrigo e Carol pela ajuda nas tarefas da informática, esperando que este apoio possa, de alguma forma, incentivá-los ao desenvolvimento intelectual.

Ao corpo administrativo do PPE, em especial a Sandra e Simone, pelo carinho que sempre me dedicaram.

A Margarida Viana, pela paciência e dedicação na revisão do texto.

Por fim, obrigada a todos que contribuíram direta e indiretamente para conclusão deste trabalho.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.).

## QUALIDADE DE ÁGUA DA BAÍA DE GUANABARA E SANEAMENTO: UMA ABORDAGEM SISTÊMICA

Elizabeth Cristina da Rocha Lima

Novembro/2006

Orientador: Luiz Fernando Loureiro Legey

Programa: Planejamento Energético

Esta tese discute a recuperação da qualidade de água da Baía de Guanabara, um estuário de rara beleza, mas extremamente poluído, situado no Rio de Janeiro. A Teoria Geral de Sistemas foi utilizada como suporte teórico para definir o problema e propor soluções que tem como foco a modernização do setor de saneamento. No âmbito da abordagem sistêmica, foi definido o objetivo do sistema: a recuperação da qualidade de água da Baía de Guanabara. Foram, também, estabelecidas metas para a qualidade de água da Baía de Guanabara, expressas em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), tendo como premissa a necessidade de equilibrar o nível desejado de qualidade de água com a viabilidade das medidas de controle necessárias. Para formulação do problema e das propostas para o sistema Baía de Guanabara, foram utilizados cinco elementos: instrumentos de apoio, infra-estrutura física, financiamento, estrutura de governança e administração. Por fim, é sugerido um modelo para o setor de saneamento da bacia da Baía de Guanabara, que está diretamente relacionado ao interesse ambiental de recuperação da qualidade de água e, que prevê, a concessão dos serviços de saneamento, incluindo a distribuição de água, a coleta e o tratamento de esgotos. No sistema Baía de Guanabara, a função de administração deverá ser exercida pela agência reguladora estadual.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.).

## WATER QUALITY IN GUANABARA BAY AND SANITATION INFRASTRUCTURE: A SYSTEM APPROACH

Elizabeth Cristina da Rocha Lima

November/2006

Advisor: Luiz Fernando Loureiro Legey

Department: Energy Planning

This thesis discusses the water quality recuperation of Guanabara Bay, a much polluted estuary, located in Rio de Janeiro. The systems approach provides the theoretical support to define the problem and suggest actions with a focus on the modernization of the sanitation sector. Under this approach, the system's overall objective — defined as the recuperation of the Guanabara Bay water quality — is expressed in specific targets to be reached. These targets are measured in terms of the level of Biochemical Oxygen Demand (BOD), which were set by considering the need to balance the desired level of water quality with the feasibility of the necessary control measures. A subdivision of the Guanabara Bay system into five elements is proposed: decision support tools; physical infrastructure; financing; governance, and administration. Along those lines, this paper proposes a model for the water and sanitation sector of the Guanabara basin, which is directly linked to environmental concerns related to the recuperation of the water quality. The model combines the concession to private enterprises of the services encompassing water distribution, sewerage collection and wastewater treatment, with the proposition that the state regulatory agency act as the administrator of the Guanabara Bay system.

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
<b>2 CONCEITOS BÁSICOS DA TEORIA GERAL DE SISTEMAS</b>	<b>09</b>
<b>3 O ENFOQUE SISTÊMICO E RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DA BAÍA DE GUANABARA</b>	<b>17</b>
3.1 A NATUREZA DO PROBLEMA DE QUALIDADE DE ÁGUA DA BAÍA	17
3.2 A CONCEPÇÃO DO SISTEMA BAÍA DE GUANABARA	22
<b>4 COMPONENTES DO SISTEMA BAÍA DE GUANABARA</b>	<b>26</b>
4.1 DEFINIÇÃO DOS COMPONENTES	26
4.2 INSTRUMENTOS DE APOIO	28
4.2.1 Modelo de qualidade de água	30
4.2.2 Definição de metas para a melhoria da qualidade de água da Baía de Guanabara	45
4.3 INFRA-ESTRUTURA FÍSICA	55
4.3.1 Infra-estrutura existente	55
4.3.2 Critérios utilizados na elaboração do plano de esgotamento sanitário da bacia da Baía de Guanabara	60
4.3.3 Plano de esgotamento sanitário para a bacia da Baía de Guanabara	63
4.3.4 Plano de esgotamento para atendimento às metas de curto prazo	66
4.3.5 Localização das estações de tratamento de esgotos da bacia da Baía de Guanabara	67
4.3.6 Custos de implantação/manutenção e operação	68
4.4 ESTRUTURA DE GOVERNANÇA	70
4.4.1 Conceito de governança	70



4.4.2 Principais características da política pública do saneamento nos últimos anos	73
4.4.3 As perspectivas da política nacional de saneamento	84
4.4.4 A questão da titularidade	97
4.4.5 Opções para a regulação do setor de saneamento	109
4.5 FINANCIAMENTO	122
4.5.1 Alternativas de financiamento de longo prazo	122
4.5.2 O <i>project finance</i> como alternativa para financiamento para saneamento	124
4.5.3 Aspectos legais do <i>project finance</i> no Brasil	.....130
4.5.4 Vantagens e desvantagens do <i>project finance</i>	135
4.5.5 O <i>project finance</i> e as parcerias público-privadas	138
4.5.6 Opções de financiamento para projetos de saneamento	141
5 MODELO DE SANEAMENTO PROPOSTO PARA A BACIA DA BAÍA DE GUANABARA	149
5.1 BASES PARA OPÇÃO DE GOVERNANÇA	149
5.2 CONCESSÕES	156
5.3 ADMINISTRAÇÃO	167
6 CONCLUSÕES	172
REFERÊNCIAS	176

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração da Baía de Guanabara	02
Figura 2 – Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara	03
Figura 3 – Representação Esquemática de um Sistema	12
Figura 4 – Ilustração do Processo Iterativo de Formulação e Análise do Problema	15
Figura 5 – Imagem da Baía de Guanabara	17
Figura 6 – Representação Esquemática do Problema de Qualidade de Água	23
Figura 7 – Representação do Sistema Baía de Guanabara	26
Figura 8 – Ilustração da Interdependência entre os Módulos de Modelagem Utilizada	32
Figura 9 – Perfil de Corrente–Enchente e Vazante–Maré de Sizígia – Modelo Hidrodinâmico	33
Figura 10 – Distribuição de Salinidade – Ano 2000	34
Figura 11 – Ciclo do Carbono no Modelo de Eutrofização	37
Figura 12 – Produção do Fitoplâncton representada no Modelo de Eutrofização	37
Figura 13 – DBO Total Média para o Ano 2000	41
Figura 14 – DBO - Detrito –Média para o Ano 2000	41
Figura 15 – Clorofila-a – Média para o Ano 2000	42
Figura 16 – Nitrogênio Total – Média para o Ano 2000	43
Figura 17 – Fósforo Total – Média para o Ano 2000	43
Figura 18 – Pontos de Monitoramento de Qualidade de Água – FEEMA	47
Figura 19 – Comparação dos Efeitos da Redução de Carga Poluidora por Área – Ano 2000	49
Figura 20 – Resultados da Simulação de Qualidade de Água – Ano 2000 – Cenário com Remoção de 90% de DBO, 80% de Nitrogênio Total e 80% de Fósforo Total	51
Figura 21 – Qualidade de Água com o Plano de Médio Prazo – Ano 2020	54

Figura 22 – Sistemas de Tratamento de Esgotos da Bacia da Baía de Guanabara	67
Figura 23 – Marco Regulatório e Sistema Regulatório	111
Figura 24 – Representação Esquemática das Eficiências.	112
Figura 25 – Quadro de Riscos de um Empreendimento	128
Figura 26 – Esquema Ilustrativo de PPP em Saneamento	142
Figura 27 – Estrutura de Financiamento de Projeto de Saneamento	143
Figura 28 – Ilustração Esquemática de Concessão Comum em Saneamento	144
Figura 29 – Ilustração Esquemática de Concessão Patrocinada em Saneamento	144
Figura 30 – Ilustração Esquemática de Concessão Administrativa em Saneamento	145
Figura 31 – Ilustração Esquemática de Concessão Administrativa para Melhoria de Gestão em Saneamento	145
Figura 32 – Detalhes do Sistema Baía de Guanabara	155
Figura 33 – Esquema para Construção de um Dendrograma na Análise de Agrupamento Hierárquico	159
Figura 34 – Dendrograma da Análise de Agrupamento Hierárquico – Cluster	162
Figura 35 – Análise de Componentes Principais	163
Figura 36 – Concessões de Saneamento Propostas para a Bacia da Baía de Guanabara	166

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Balanço de Massa Calculado pelo Modelo de Eutrofização – Ano 2000	44
Tabela 2 – Expressão Numérica de Cenários de Melhoria de Qualidade de Água	47
Tabela 3 – Condições de Carga Poluidora Aplicadas às Simulações do Cenário A-Ano 2000	48
Tabela 4 – Expressão Numérica para as Metas de Qualidade de Água	53
Tabela 5 – Principais Estações de Tratamento de Esgotos Existentes na Bacia da Baía de Guanabara	59
Tabela 6 – População Estimada por Bacia de Esgotamento na Baía de Guanabara	61
Tabela 7 – Padrões de Lançamento para Efluentes de Origem Doméstica	62
Tabela 8 – Estimativa das Concentrações Efluentes por Tipo de Tratamento	63
Tabela 9 – Plano Diretor de Esgotamento Sanitário para a Bacia da Baía de Guanabara	64
Tabela 10 – Sistemas de Esgotamento Prioritários na Bacia da Baía de Guanabara	66
Tabela 11 – Custos dos Sistemas de Coleta e Tratamento para a Bacia da Baía de Guanabara	69
Tabela 12 – Principais Programas Federais para Saneamento na Década de 1990	82
Tabela 13 – Principais Concessões do Setor de Saneamento no Brasil	88
Tabela 14 – Expressão Numérica para as Metas de Melhoria Planejadas	156
Tabela 15 – Variáveis Consideradas na Análise Estatística Multivariada	157
Tabela 16 – Grupamentos resultantes da Análise de Cluster	162
Tabela 17 – Grupamentos resultantes da ACP	164
Tabela 18 – Grupamentos Resultantes da Análise de Cluster e da ACP	165
Tabela 19 – Indicadores de Sustentabilidade para as Concessões da Bacia da Baía de Guanabara	170

# 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho discute a questão da recuperação da qualidade de água da Baía de Guanabara, tendo como foco central uma nova estrutura de governança<sup>1</sup> para o setor de saneamento. Como suporte teórico da metodologia para a formulação do problema e proposição de alternativas de ação, utiliza-se a Teoria Geral de Sistemas.

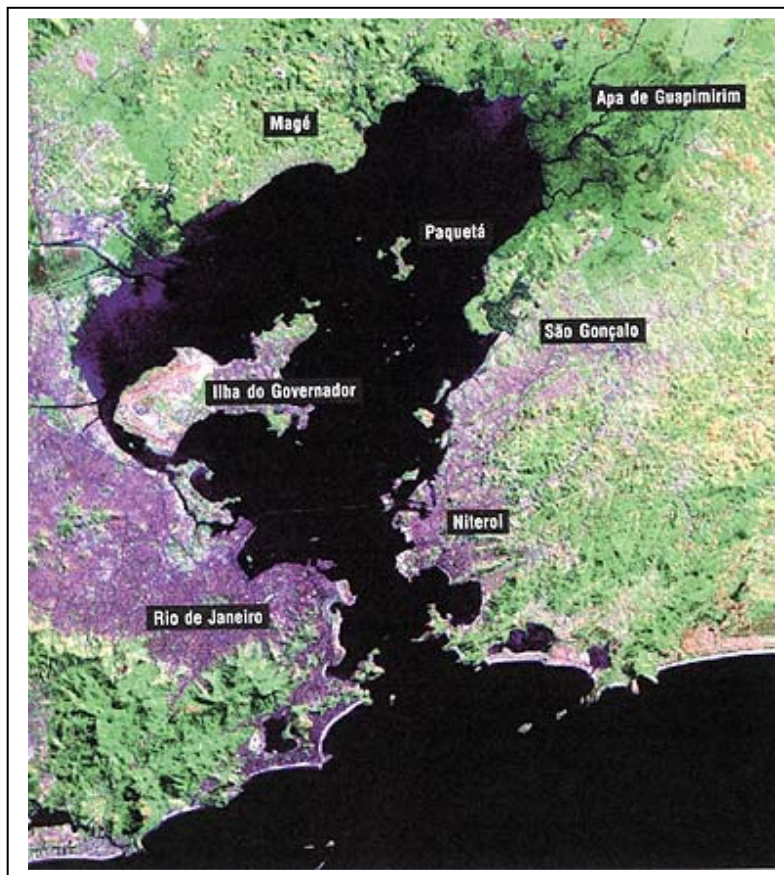
No país como um todo, a qualidade de água representa talvez o principal problema ambiental brasileiro. Dentro do conceito mais amplo de gestão da qualidade de água, o saneamento representa o setor que mais claramente está vinculado à agenda ambiental, sendo certamente o principal em termos de impactos sociais e ambientais.

A Baía de Guanabara localiza-se no Estado do Rio de Janeiro, entre as longitudes 43°00'00" e 43°20'00" W, e latitudes 22°40'00" e 23°05'00" S. A baía se constitui num estuário com uma área total de 346 km<sup>2</sup>, incluindo 59 km<sup>2</sup> de ilhas, conforme Figura 1. A bacia hidrográfica tributária, desenhada na Figura 2, abrange uma área aproximada de 4000 km<sup>2</sup>, e contribui por meio de 35 rios principais com elevada poluição por efluentes domésticos brutos ou parcialmente tratados de cerca de 10 milhões de habitantes e efluentes industriais de mais de 12.000 indústrias (FEEMA, 1998, p. 10).

A bacia engloba 15 municípios, sendo 9 integralmente — Duque de Caxias, São João de Meriti, Belford Roxo, Nilópolis, São Gonçalo, Magé, Guapimirim, Itaboraí e Tanguá — e 6 parcialmente — Rio de Janeiro, Niterói, Nova Iguaçu, Cachoeiras de Macacu, Rio Bonito e Petrópolis (este último município tem área muito pequena dentro da bacia drenante à Baía de Guanabara e é totalmente coberta por florestas).

---

<sup>1</sup> Estrutura de governança definida como aquela estrutura institucional em que as transações são efetivamente realizadas ou decididas. (WILLIAMSON, 1996).



**Figura 1 – Ilustração da Baía de Guanabara.**

Fonte: Almanaque da Ilha de Paquetá (IBASE, 2001).

A densidade populacional é particularmente alta na parte oeste da bacia — a população do Rio de Janeiro, Nova Iguaçu, Duque de Caxias, São João de Meriti e Nilópolis representa cerca de 80% da população total da bacia — onde a contribuição de efluentes domésticos e industriais é significativa, com uma pequena parcela de esgotos sanitários sendo tratada adequadamente.

Mesmo tendo perdido parte de seu encanto desde a descoberta pelos portugueses, a geografia desta região continua sendo, na presença espetacular de seu sítio natural, a imagem que atrai e fascina tanto seus moradores quanto todos que dela se aproximam. De fato, pouquíssimos núcleos urbanos do mundo têm na natureza a força de sua imagem.



O crescimento populacional e o desenvolvimento industrial trouxeram, além da poluição decorrente desse crescimento, questões ambientais de ordem física, tais como a destruição dos ecossistemas periféricos à baía, os aterros de seu espelho d'água, o uso descontrolado do solo e seus efeitos adversos em termos de assoreamento, sedimentação de fundo, inundação e deslizamento de terra.

A tendência mais preocupante do processo de degradação da baía tem sido o crescimento de algas nas regiões sudoeste e noroeste. O elevado grau de eutrofização<sup>2</sup> vem se espalhando das regiões oeste e noroeste, altamente urbanizadas, para as demais outras regiões, ameaçando a qualidade de água da baía.

Em resumo, pode-se afirmar que sérios problemas de saúde pública caracterizam a região da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara, devido à gestão inadequada dos esgotos sanitários e dos resíduos sólidos urbanos (FEEMA, 1998, p.7).

Para a Baía de Guanabara os benefícios decorrentes do tratamento de esgotos domésticos são quase que inteiramente ambientais e podem variar segundo o local de lançamento e a natureza do tratamento a ser implantado. A discussão deve se concentrar em metas apropriadas para os sistemas de tratamento de esgotos sem uma comparação enganosa com a Europa e os Estados Unidos.

É fato que muitos dos países da OCDE<sup>3</sup> estão caminhando em direção à adoção de tratamentos universais secundários<sup>4</sup> ou terciários<sup>5</sup> de esgotos sanitários. Mas trata-se de

---

<sup>2</sup> Eutrofização ou eutroficação é o crescimento excessivo das plantas aquáticas a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferência com os usos desejáveis dos corpos d'água (THOMANN e MUELLER, 1987).

<sup>3</sup> OCDE – Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico.

<sup>4</sup> Tratamento Secundário – “operações unitárias de tratamento de esgotos sanitários, visando principalmente, a redução de carga orgânica dissolvida, geralmente por processos biológicos de tratamento. No tratamento biológico a ação de microorganismos presentes no esgoto sanitário é intensificada para estabilizar e oxidar a matéria orgânica. (CARVALHO, 1981).



um longo – e oneroso – processo que representa a culminação de quase 150 anos de aprimoramento gradual dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto. As redes de esgoto foram instaladas pela primeira vez em cidades européias e norte-americanas na segunda metade do século XIX. Inicialmente, os esgotos coletados eram despejados em rios e em águas litorâneas. Nos 100-150 anos seguintes, os tratamentos preliminar<sup>6</sup>, primário<sup>7</sup>, secundário, e posteriormente terciário foram implantados, ou ainda estão em fase de implantação.

O custo decorrente desse processo gradual foi a poluição da maioria dos rios situados em áreas densamente povoadas. Todavia, a qualidade da água de muitos desses rios já era deficiente devido aos despejos de efluentes industriais. Por isso, a redução da poluição proveniente dos sistemas de esgotamento sanitário só se tornou uma prioridade uma vez resolvido o problema da poluição industrial. E mesmo assim, ainda foram necessários cerca de 50 anos para que muitas cidades européias e norte-americanas instalassem novas estações de tratamento ou modernizassem as existentes de modo a atender os atuais padrões. (THE WORLD BANK, 2002, p.30).

Não se quer aqui sugerir que o Brasil deva trilhar exatamente o mesmo caminho que a Europa e a América do Norte. Entretanto, é igualmente importante ser realista quanto ao período de tempo necessário para passar de uma cobertura equivalente a 50% – 60% das redes de esgotos para uma de 95% com tratamento completo.

---

<sup>5</sup> Tratamento Terciário – “operações unitárias de tratamento de esgotos sanitários, visando o aprimoramento da qualidade do efluente, por meio principalmente da desinfecção, da remoção de fósforo e de nitrogênio.” (CARVALHO, 1981).

<sup>6</sup> Tratamento Preliminar – “operações unitárias de tratamento de esgotos, tais como remoção de sólidos grosseiros, de gorduras, de areia, que prepara o efluente líquido para o tratamento subsequente.” (CARVALHO, 1981).

<sup>7</sup> Tratamento Primário – “operações unitárias de tratamento de esgotos para remoção de alta percentagem de sólidos em suspensão, mas pequena remoção de substâncias coloidais ou dissolvidas.” (BRAILE, 1983).

Não se trata de um programa a ser executado em 5 ou 10 anos, mas um processo que tomará, possivelmente, mais de 30 anos. Assim, é perfeitamente razoável, do ponto de vista ambiental, admitir que os sistemas de tratamento de esgotos podem ser gradualmente complementados ao longo do tempo, à medida que as estações forem modernizadas, visto que a construção de rede de esgotos, de custo mais elevado, é o investimento prioritário.

A partir da avaliação preliminar das políticas públicas implementadas na bacia da Baía de Guanabara, nos últimos trinta anos, é possível afirmar que o suprimento dos serviços de infra-estrutura de saneamento não foi compatível com o crescimento populacional da região.

No início dos anos 1990, foi desenvolvido o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), com o apoio financeiro do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e do Japan Bank for International Cooperation (JBIC), com recursos de cerca US\$ 800 milhões. O Programa teve como filosofia iniciar o processo de recuperação da qualidade do meio ambiente nessa região e, em sua primeira fase, definiu como prioridade, a construção de rede de esgotos e a implantação de tratamento primário de seus efluentes, de modo a reduzir a degradação das águas da baía atendendo, simultaneamente, aos dispositivos da Constituição Estadual<sup>8</sup>.

O Programa de Despoluição da Baía de Guanabara foi lançado em 1994, mas as obras só começaram um ano depois. Pelo calendário inicial, o programa deveria ter sido concluído em 2000. Os contínuos atrasos levaram o Estado a renegociar o contrato várias vezes. A última prorrogação, acertada com os órgãos financiadores, estabeleceu o prazo de dezembro de 2006 para a conclusão.

---

<sup>8</sup> Pela Constituição Estadual a construção de redes de esgotos deve ser acompanhada de implantação de, pelo menos, tratamento primário.

O Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), inicialmente previsto como um projeto de saneamento com um objetivo social — melhorar a qualidade de vida da população mediante o fornecimento de um sistema de redes de esgotamento sanitário — tornou-se cada vez mais um projeto voltado simplesmente para a construção de grandes estações de tratamento mediante o uso de tecnologias convencionais. Infelizmente, não houve grande avanço na redução dos problemas ambientais da Baía de Guanabara. E pelo modo como foi negociado originalmente o projeto, sem a adequada participação dos municípios, ele tornou-se responsabilidade exclusiva do Governo do Estado.

Por outro lado, o insucesso do PDBG deriva, também, da constante incapacidade das companhias de saneamento de adotarem estruturas de tarifação que diferenciem claramente entre cobrança de serviços de coleta e de tratamento de esgotos sanitários. Elas estariam em muito melhor posição para explicar e defender seus métodos de tarifação, se os esforços fossem direcionados no sentido de identificar seus custos para cada uma das atividades e se a tarifa de tratamento de esgotos fosse cobrada apenas nos municípios onde a maior parte dos esgotos coletados é tratada. Além disso, a cobrança deveria variar segundo o nível de tratamento, para que municípios e clientes compreendessem que existe um custo real envolvido por trás da insistência por um nível mais elevado de tratamento.

Na medida em que a população esteja disposta a cobrir os custos do tratamento, tais tarifas representariam um claro incentivo para que as companhias de saneamento ampliassem seus sistemas de tratamento, operassem-nos adequadamente e, paralelamente, alocassem as receitas adicionais deles decorrentes especificamente a esses objetivos.

É neste contexto que se desenha a necessidade de formular uma nova estratégia para a solução dos problemas de qualidade de água da Baía de Guanabara, compatíveis com os usos desejados e com uma estrutura de governança adequada para o setor de saneamento, um dos principais contribuintes para o estado de poluição desse corpo d'água.

Por fim, cabe ressaltar que, no presente estudo, optou-se por focalizar as questões relativas ao tratamento de esgotos e às alternativas de financiamento, dentro do contexto de modernização do setor de saneamento. Por este motivo, será evitado abordar outros tópicos relacionados à recuperação do ecossistema da Baía de Guanabara, como uso e ocupação do solo e desenvolvimento urbano, que constituem importantes determinantes do nível e do padrão de distribuição das fontes de poluição das águas. Temas como erosão e sedimentação, por sua vez estreitamente vinculados ao controle de cheias e uso do solo urbano, são extremamente complexos e ultrapassam, em muito, o escopo desta tese.

Este trabalho encontra-se organizado em seis capítulos, incluindo esta introdução. O capítulo 2 apresenta os conceitos básicos da Teoria Geral de Sistemas, que é a base conceitual para a estratégia proposta. O capítulo 3 discute o enfoque sistêmico relacionado à recuperação da qualidade de água da Baía de Guanabara, o objetivo a ser alcançado e os principais componentes do sistema em estudo. O Capítulo 4 detalha os aspectos relevantes dos componentes do Sistema Baía de Guanabara e, o capítulo 5 propõe o novo modelo para o setor de saneamento da bacia da Baía de Guanabara, a partir da discussão formulada nas seções anteriores. Por último, no capítulo 6 são apontadas as principais conclusões do estudo.

## 2 CONCEITOS BÁSICOS DA TEORIA GERAL DE SISTEMAS

Ao longo do século XX a ciência propôs uma nova maneira de se pesquisar, estudar e compreender o mundo, suas especificidades e suas relações.

Da época da especialização, do isolamento, da análise como fim em si mesma e cada vez mais atomística, chegou-se à era da síntese, do global, do macro, da agregação, da busca do comum, das interfaces, da complementariedade nas várias áreas de conhecimento.

Essa nova abordagem é reforçada na II Guerra Mundial, quando as equipes trabalhavam interdisciplinarmente, como especialistas originários de várias áreas, para equacionar os complexos problemas surgidos naquele período, emergindo, então, a Teoria Geral dos Sistemas, como um instrumento apropriado para lidar com a “complexidade organizada” e as idéias comuns às várias disciplinas ou ciências.

O termo “Teoria Geral de Sistemas” foi concebido por Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) no início da década de 1920<sup>9</sup>, que criou em 1954, a Society for General Systems Research.

A Teoria Geral de Sistemas, segundo o próprio BERTALANFFY (1973), tem por finalidade identificar as propriedades, princípios e leis característicos dos sistemas em geral, independentemente do tipo de cada um, da natureza de seus elementos componentes e das relações entre eles.

Um sistema compreende um conjunto de elementos em interação de natureza ordenada e não fortuita. O aspecto mais importante do conceito de sistema é a idéia de um

---

<sup>9</sup> Os conceitos da Teoria de Sistemas utilizadas no presente estudo são baseados em CHURCHMAN (1968).

conjunto de elementos interligados para formar um todo. O todo apresenta propriedades e características próprias que não são encontradas em nenhum dos elementos isolados. (CHIAVENATO, 2003, p. 474).

A Teoria Geral de Sistemas é interdisciplinar, isto é, pode ser utilizada para fenômenos investigados nos diversos ramos tradicionais da pesquisa científica. Ela não se limita aos sistemas materiais, mas aplica-se a todo e qualquer sistema constituído por componentes em interação.

Dessa forma, um sistema pode ser definido como um conjunto de partes (ou componentes) interativos, no qual o investigador está interessado.

A definição dos objetivos do sistema como etapa inicial do processo conduz a uma forma lógica de pensamento para representação do sistema.

Após a determinação do objetivo do sistema, o aspecto seguinte a ser considerado é o seu ambiente. O ambiente do sistema é aquilo que está situado “fora” do sistema, mais precisamente, se quer dizer que o sistema pode fazer relativamente pouco a respeito das características ou do comportamento de tal coisa. O ambiente de fato se constitui das informações que são “fixadas” ou “dadas” do ponto de vista do sistema. Não apenas o ambiente é alguma coisa que está fora do controle dos sistemas, mas é também algo que determina em parte o funcionamento dele.

Em seguida, devem ser considerados os recursos do sistema. Estes se localizam dentro do sistema e representam os meios que o sistema usa para desempenhar suas tarefas e alcançar os objetivos propostos. Os recursos, ao contrário do ambiente, podem ser controlados pelo sistema.

Os componentes são o quarto ponto do “modo de pensar” do enfoque sistêmico. A verdadeira razão para a divisão do sistema em componentes é oferecer ao analista o tipo de informação de que necessita para dizer que o sistema está operando corretamente e o que deveria ser feito a seguir.

Estas considerações conduzem ao último aspecto do sistema, sua administração. A administração trata da criação de planos para o sistema, isto é, da consideração de todos os aspectos que se discute na visão sistêmica, os objetivos globais, o ambiente e os subsistemas. A administração determina as finalidades dos componentes, procede à alocação de recursos e controla a eficiência do sistema.

A administração de um sistema, além de estabelecer os planos do sistema, deve também assegurar que os planos sejam executados de acordo com suas idéias originais. Esta atividade é em geral chamada de “controle”. Contudo, controle não significa unicamente examinar se os planos estão sendo executados corretamente; implica, também, na avaliação dos planos, e conseqüentemente, na alteração dos planos.

Entretanto, um dos problemas mais difíceis de todo o estudo, é saber quem é responsável pela tomada de decisões. Para se descrever o sistema é essencial identificar o tomador de decisões. Do contrário, não há maneira clara de determinar quais são os objetivos do sistema. Deve ser lembrado que o ambiente de um sistema é considerado formado por aquelas condições que não estão sobre o controle do tomador de decisões, enquanto que os subsistemas acham-se parcialmente sob seu controle.

A posição do tomador de decisões tem que ser apresentado com bastante clareza. Como ele está “fora” do sistema, ele terá que estabelecer um compromisso entre suas noções

de conveniência e as que julga serão aceitas pelas partes interessadas. A Figura 3 apresenta de forma esquemática a representação de um sistema.



**Figura 3 – Representação Esquemática de um Sistema**

Fonte: Elaborado a partir de CHURCHMAN (1968).

O objetivo da construção de um sistema é avaliar, ordenar e estruturar o conhecimento incompleto de tal forma que a tomada de decisão seja feita a partir do melhor entendimento possível do problema com as informações disponíveis e, com a ciência de suas limitações e de suas implicações. (MORGAN, 1990, p.16).

De forma bastante prática, pode-se dizer que a tomada de decisão é uma atividade de curto prazo. Para isso, utiliza-se as ferramentas e o nível de conhecimento que estão disponíveis para se tentar obter uma visão mais analítica que possa iluminar e melhorar a decisão. (MORGAN, 1990, p.17).

Embora possa parecer na bibliografia técnica especializada que as políticas públicas são estabelecidas a partir de tomadores de decisão claramente identificados que tomam



decisões definitivas num determinado tempo, o mundo real é geralmente muito mais complexo.

Os processos de decisão são frequentemente muito mais conturbados do que um modelo simples de tomada de decisão possa sugerir. Normalmente, o processo de tomada de decisão envolve uma série de interações complexas com vários atores em diversas organizações. Há geralmente necessidade de tempo mais longo, pesquisa direcionada para os aspectos fundamentais do problema, o que resulta em melhor entendimento qualitativo dos principais aspectos do sistema em estudo. Por meio dessa pesquisa, obtém-se, ao longo do tempo, uma melhoria gradual no entendimento disponível que retroalimenta a análise do sistema.

Dessa forma, alguns aspectos precisam ser considerados na modelagem de sistemas complexos. (MORGAN, 1990, p. 37):

1. Fazer o dever de casa com bibliografia sobre o assunto, especialistas e usuários;
2. Deixar o problema conduzir a formulação e a análise do problema;
3. Realizar a análise tão simples quanto possível, sem ser simplório;
4. Identificar as hipóteses significativas que podem afetar as conclusões da análise do sistema em estudo;
5. Ser explícito em relação aos critérios de decisão e estratégias de análise;
6. Realizar, de forma sistemática, análise de sensibilidade e de incerteza;
7. Refinar, de forma iterativa, a análise do problema e as propostas de ação;
8. Documentar o processo de forma clara e completa;
9. Expor o estudo à revisão de especialistas.

Simplicidade é desejável por diversas razões: a análise se torna mais fácil de ser entendida e mais fácil de ser descrita para os usuários, proporcionando maior transparência e credibilidade. No entanto, simplicidade é um conceito relativo e depende das questões a serem respondidas. O processo de identificação do nível correto de detalhamento requer iteração contínua na análise do problema e no estabelecimento de propostas de ação.

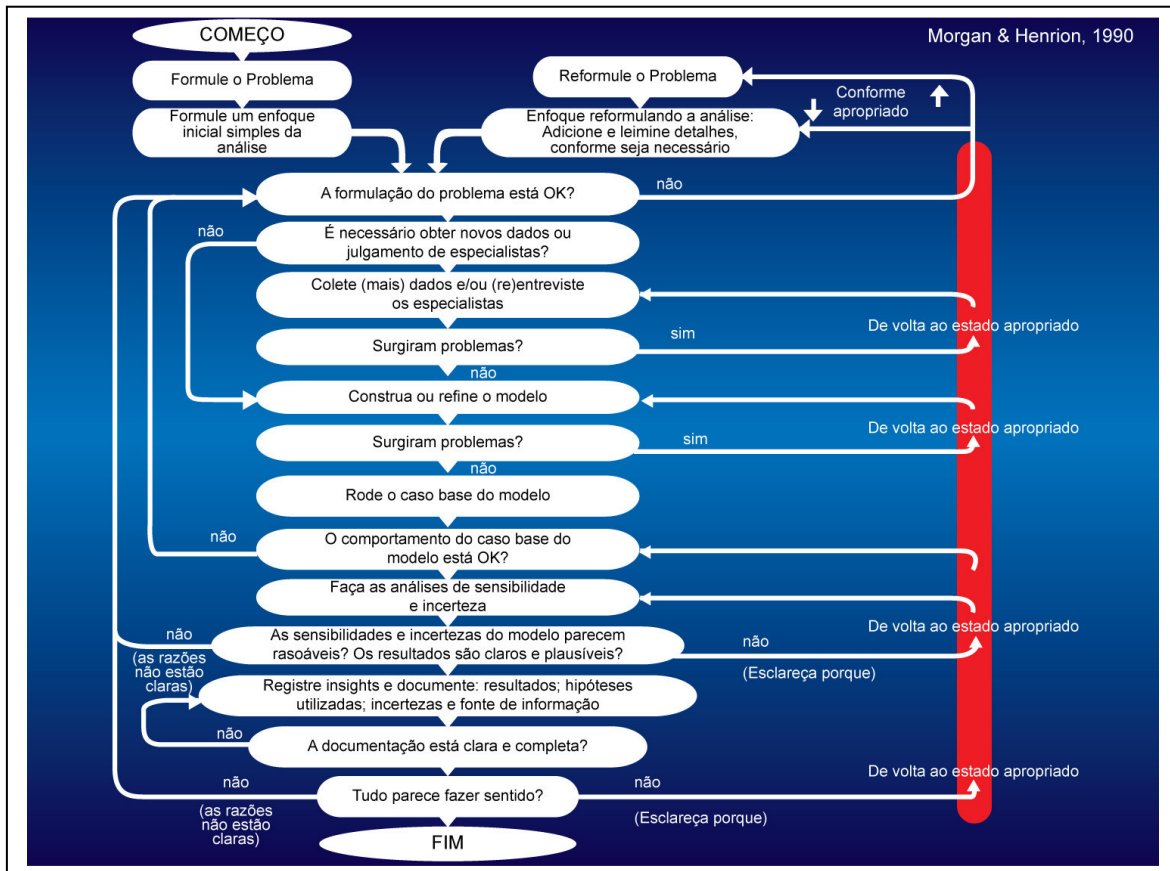
Durante esse processo, quando se começa a identificar os aspectos que são importantes para o problema, novos dados e outras informações podem ser necessárias para refinar, de forma iterativa, a análise por meio de:

- Simplificação ou (eliminação) de aspectos da análise que se mostraram irrelevantes, ou mesmo de pouca importância para as questões de fundo do sistema em estudo; e
- Detalhamento (ou adição) de aspectos que mostraram ser importantes, ao longo das etapas anteriores do processo de análise — e cujo aprofundamento pode melhorar a qualidade do estudo efetuado.

A finalidade deve se manter a análise tão simples, clara e compreensível quanto possível, consistente com os objetivos e questões de fundo do sistema em estudo. O procedimento adequado para abordagem de sistemas complexos encontra-se representado na Figura 4, onde se observa uma ênfase significativa no processo de “refinamento iterativo da análise”.

Portanto, um modelo simples não é um modelo incompleto, representação simplória da realidade, que se atinge rapidamente com a supressão indiscriminada de elementos, sem conhecimento da influência desses elementos no funcionamento do todo. É ao contrário,

a síntese de um grande conhecimento acumulado, ao longo do tempo, sobre o funcionamento de um sistema e sobre os elementos que são essenciais ao seu desempenho.



**Figura 4 – Ilustração do Processo Iterativo de Formulação e Análise do Problema.**  
Fonte: Elaborado a partir de MORGAN (1990).

Também cabe considerar as incertezas, que introduzem a necessidade de se adequar o funcionamento do sistema aos diversos cenários, correspondentes a futuras alternativas. Essa adequação pode implicar na utilização de estratégias robustas — aptas a operar em diversas situações — e flexíveis,— capazes de se adaptar a mudanças de várias naturezas.

O desafio em um sistema complexo é, então, descrevê-lo de forma estruturada, captando seus elementos essenciais, sem acrescentar nada além daquilo que tenha influência sobre o alcance dos objetivos do sistema. Em outras palavras, o desafio é ser simples, sem ser simplório.

### **3 O ENFOQUE SISTÊMICO E RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DA BAÍA DE GUANABARA**

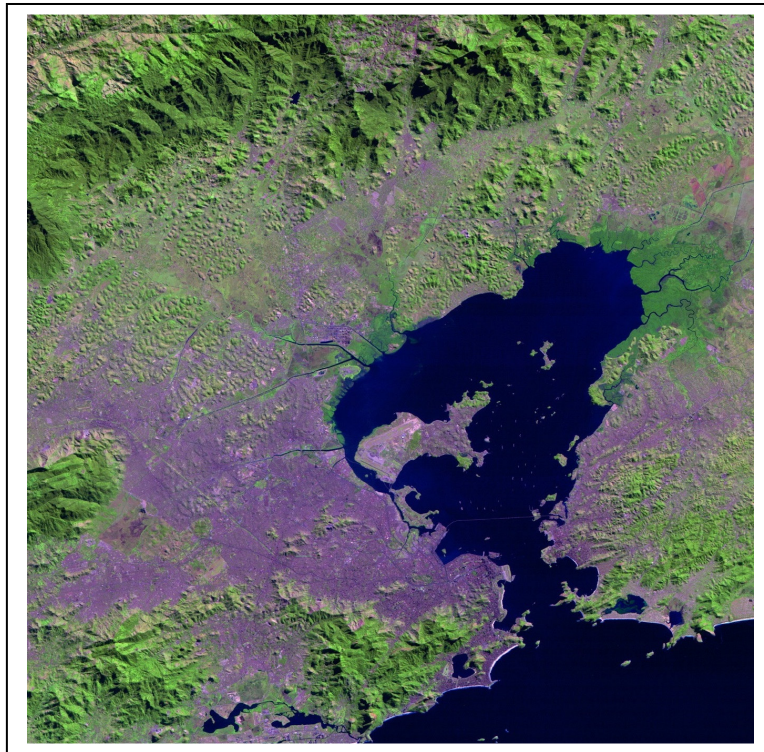
#### **3.1 A NATUREZA DO PROBLEMA DE QUALIDADE DE ÁGUA DA BAÍA**

A Baía de Guanabara, ilustrada pela Figura 5, apresenta problemas sérios de poluição e eutrofização. As elevadas cargas de bactérias, matéria orgânica e nutrientes, vêm contribuindo para agravar o processo de degradação ambiental do ecossistema da baía, especialmente nas áreas oeste e noroeste, que se encontram em estado crítico. Os problemas são devidos principalmente às altas concentrações de bactérias do tipo Coliformes, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo, Nitrogênio e Clorofila-a (Chl-a) — caracterizando a biomassa de algas —, como também níveis baixos de Transparência e Oxigênio Dissolvido (OD).

Nos últimos vinte anos, a deterioração da qualidade de água em termos de DBO, Coliformes e Clorofila-a foi mais significativa na parte nordeste, que, entretanto, ainda tem uma qualidade melhor que as áreas noroeste e oeste. Somente a parte sul da baía, se beneficiou dos investimentos do passado em sistemas de coleta e tratamento de esgotos, principalmente o emissário de Ipanema (FEEMA, 1998, p. 51).

A área com água de pior qualidade, com Oxigênio Dissolvido abaixo de 1 mg/l, DBO de até 50 mg/l e elevados níveis de nutrientes — Nitrogênio e Fósforo —, bem como, de Coliformes fecais, está localizada no canal entre as Ilhas do Governador e do Fundão e o continente, devido aos lançamentos significativos de efluentes brutos ou parcialmente tratados, provenientes das áreas industriais e residenciais de baixa renda nas áreas ao norte do Município do Rio de Janeiro. A influência do movimento de maré é limitada nessa área, uma vez que a deposição de sedimento reduziu as seções transversais do

canal. A qualidade de água é similar à dos esgotos sanitários parcialmente tratados, dessa forma, problemas de odor são também significativos. Essa região recebe uma carga poluidora considerável, proveniente das indústrias e das novas áreas residenciais da Baixada Fluminense, compreendendo os municípios de Duque de Caxias, São João de Meriti, Belford Roxo, Nilópolis e Nova Iguaçu (FEEMA, 1998, p.51).



**Figura 5 – Imagem da Baía de Guanabara.**  
Fonte: FEEMA (1998).

Na Baía de Guanabara, a maior preocupação tem sido o rápido crescimento de algas, limitado pela luz nas regiões sudoeste e noroeste, contribuindo de forma crescente para a carga global de poluição orgânica presente na baía. O elevado grau de eutrofização tem se estendido das regiões oeste e noroeste, densamente ocupadas, para outras regiões, comprometendo a qualidade de água de toda a baía.

Os níveis de OD são aceitáveis, mas as algas tem aumentado significativamente (influenciando, também, as condições de OD), causando *blooms*<sup>10</sup> com níveis de Clorofila-a acima de 200 µg/l, que podem ameaçar a saúde desse frágil ecossistema, principalmente, na região nordeste. Esta área é a mais rica em espécies aquáticas, sendo especialmente, importante pela presença da maior mancha contínua de manguezais da baía, que servem de base e nicho para numerosas cadeias tróficas estuarinas e representam papel fundamental para a manutenção da biodiversidade e da produtividade ecológica.

Um outro aspecto, igualmente importante, da degradação da qualidade de água da Baía é a acumulação de Fósforo, Nitrogênio e metais pesados nos sedimentos de determinadas áreas. O resultado é a liberação contínua desses materiais para a água, por muito tempo, mesmo após a redução dos lançamentos diretos de poluição.

As concentrações de metais pesados nos sedimentos superficiais da baía são maiores na parte interna oeste (próximo às desembocaduras dos rios São João de Meriti, Sarapuí e Iguaçu), decrescendo em direção ao canal central e à entrada da baía.

Em relação aos rios da bacia, pode-se dizer que aqueles que atravessam as áreas urbanizadas e mais densamente povoadas são verdadeiras canalizações de esgoto a céu aberto, recebendo grandes contribuições de esgotos domésticos e, também, de despejos industriais e lixo. Nesta categoria, estão incluídos os afluentes da costa oeste da baía, que vão do Canal do Mangue ao Canal de Sarapuí, além dos rios Alcântara, Mutondo, Bomba e Canal do Canto do Rio, na costa leste.

---

<sup>10</sup> Proliferação de algas e/ outras plantas aquáticas na superfície de corpos hídricos (BRAILLE, 1993).

Os demais rios da bacia são menos degradados. O rio Guapi-Macacu, na área leste tem a água de melhor qualidade da bacia, sendo fonte de abastecimento público de Niterói e São Gonçalo, com captação no Canal de Imunana (Estação de Laranjal).

A recuperação da Baía de Guanabara tornou-se um sério problema ambiental, que deve ser preferencialmente gerenciado em conjunto com o desenvolvimento de sistemas de esgotamento e tratamento de esgotos sanitários da bacia.

O controle de DBO, por meio do tratamento de esgotos, pode levar a melhores condições da própria DBO, do OD e da penetração da luz, proporcionando níveis mais baixos de Coliformes totais, mas também, níveis mais altos de algas. O aumento da atividade fotossintética e da biomassa de algas, devido ao aumento da penetração da luz, influencia negativamente as relações OD/DBO, tornando-se necessária a redução da produtividade primária<sup>11</sup> por meio do controle das cargas de Fósforo e/ou Nitrogênio.

Dessa forma, alterações rápidas na qualidade de água não devem ser esperadas, antes que ocorram reduções significativas da poluição orgânica lançada na Baía de Guanabara. (FEEMA, 1998, p.12). Ao contrário, a qualidade de água futura será caracterizada por:

- mudanças lentas, devido à presença de cargas internas significativas, que poderão atuar em direção oposta à redução das cargas externas, por um longo período de tempo; e
- melhorias em certos parâmetros de qualidade de água, associados à deterioração de outros, de tal forma que apenas a longo prazo — se um plano abrangente for

---

<sup>11</sup> Produtividade primária de um ecossistema pode ser definida como a velocidade em que se armazena a energia pela atividade fotossintética ou quimiossintética de organismos produtores em forma de substâncias orgânicas susceptíveis de serem utilizadas como material alimentício. (ODUM, 1972).



implementado — venha a se atingir um estado de qualidade de água muito mais aceitável que o atual.

É evidente a complexidade do problema envolvendo múltiplos poluentes, cuja solução depende da escolha de tecnologia capaz de influenciar na redução das cargas de Coliformes totais, DBO, Nitrogênio e Fósforo (e suas frações). Por exemplo, o método tradicional de tratamento de esgotos por lodos ativados reduz as cargas de coliformes totais, DBO e transforma Amônia em Nitrato, mas o Nitrogênio total e o Fósforo total permanecem praticamente inalterados. Redução suplementar de Coliformes requer desinfecção adicional. O controle do Fósforo pode ser alcançado com a aplicação de produtos químicos, como no caso do *Chemical Enhanced Primary Treatment* (CEPT). A remoção de Nitrogênio pode ser atingida por métodos biológicos avançados, que inclui nitrificação, seguida de denitrificação, em zonas anóxicas. Os custos, também, variam enormemente: o aumento do número de poluentes a ser controlado e dos percentuais de remoção levam a investimentos crescentes para implantação, operação e manutenção das Estações de Tratamento de Esgotos.

Em resumo, o desenvolvimento da infra-estrutura de saneamento ambiental da região e a recuperação da Baía de Guanabara podem ser caracterizados por:

- definição de estratégias, de curto médio e longo prazos, para solução dos problemas de saúde pública, odor, estética e de qualidade de água da baía, compatíveis com os usos desejados;
- disponibilidade de grandes investimentos; e
- longos períodos de tempo necessários para implementar as estratégias, de modo a alcançar os objetivos pretendidos.

### 3.2 A CONCEPÇÃO DO SISTEMA BAÍA DE GUANABARA

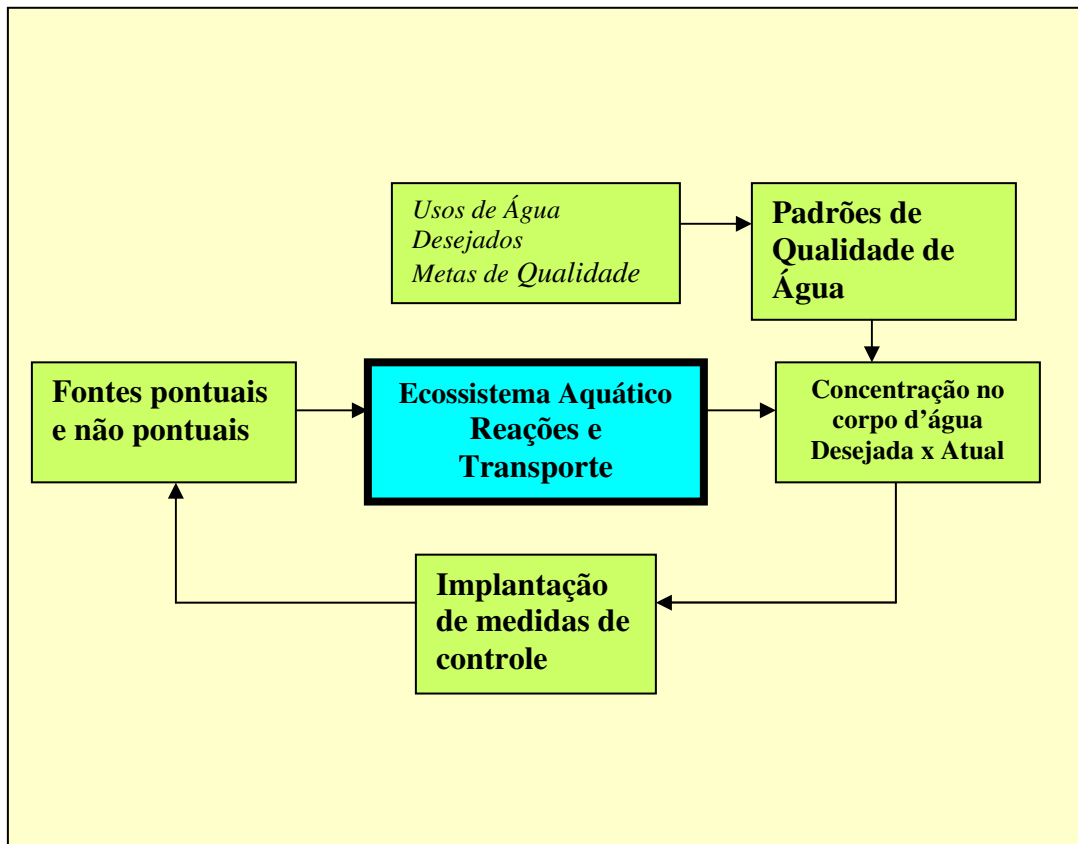
O enfoque sistêmico proporciona um quadro multidimensional, que possibilita a análise das complexas interações envolvidas na definição de um novo marco de referência para orientar e balizar, do ponto de vista da política pública, as ações que podem ser desenvolvidas no campo do saneamento para despoluição da Baía de Guanabara.

Dentro dessa perspectiva, o estudo de um sistema deve utilizar cinco elementos que ajudam a definir e caracterizar o problema que se quer representar. O primeiro, e talvez, o mais importante é a definição do objetivo a ser alcançado. A definição do objetivo é a definição do sistema propriamente dito, uma vez que é o objetivo que permite a existência do próprio sistema<sup>12</sup>, assim como resume KANT: “uma coisa existe como um fim da natureza quando ela é *por si mesma* ... causa e efeito”.

Neste estudo, o objetivo central do sistema da Baía de Guanabara é a melhoria da qualidade de água da baía, dentro de um enfoque de modernização do setor de saneamento. A estratégia para enfrentamento de um problema de qualidade de água pode ser representada, na forma da Figura 6.

---

<sup>12</sup> Dessa forma, a abordagem sistêmica é teleológica por natureza. Segundo CHIAVENATO (2003, p. 411), a teleologia é o estudo do comportamento com a finalidade de alcançar objetivos. Na concepção teleológica, o comportamento é explicado por aquilo que ele produz ou por aquilo que é seu propósito ou objetivo produzir. A lógica sistêmica procura entender as inter-relações entre as diversas variáveis a partir de uma visão de um campo dinâmico de forças que atuam entre si. Esse campo dinâmico de forças produz um emergente sistêmico: o todo é diferente de cada uma de suas partes. Os sistemas são visualizados como entidades globais e funcionais em busca de objetivos.



**Figura 6 – Representação Esquemática do Problema de Qualidade de Água.**

Fonte: Elaboração própria, a partir de THOMANN (1987).

A representação acima ratifica o fato de que o objetivo central, fundamental para definição do sistema, deve estar relacionado a metas de qualidade da água, preferencialmente quantitativas, que se constituem na expressão maior dos objetivos públicos para a gestão ambiental de um corpo d'água. Essas metas devem corresponder ao resultado final de um processo que leve em conta fatores tanto ambientais quanto sociais e econômicos.

Inevitavelmente, tal processo exige soluções de compromisso que espelhem as pressões sobre os recursos disponíveis bem como a avaliação de prioridades ambientais e as escolhas públicas ou políticas sobre a importância relativa dos objetivos concorrentes. Uma vez definidas essas metas devem ser traduzidas em indicadores mensuráveis, que

poderão ser utilizados pelos responsáveis pelas decisões sobre a seleção de projetos, bem como pelos responsáveis pelo monitoramento dos objetivos estabelecidos.

Como o saneamento representa o setor que mais claramente está vinculado ao problema de qualidade da água da Baía de Guanabara, instrumentos de apoio como a modelagem de qualidade de água, devem ser utilizados como suporte para o desenvolvimento da infra-estrutura de esgotamento sanitário e para definição dos projetos de saneamento prioritários para atendimento a metas progressivas de qualidade de água.

O segundo elemento da abordagem sistêmica é a caracterização do ambiente no qual o sistema opera. O sistema e o ambiente encontram-se inter-relacionados e interdependentes. O ambiente serve de fonte de informação ao sistema. Como o ambiente muda continuamente, o processo de adaptação do sistema deve ser dinâmico. Dessa forma, junto com o terceiro elemento, os recursos do sistema, ele compreende uma série de variáveis que tem influencia sobre o sistema.

Os recursos do sistema não serão tratados em separado, sendo discutidos no contexto do quarto elemento — os componentes do sistema —, apresentado no capítulo a seguir.

No sistema Baía de Guanabara, as variáveis ambientais estão relacionadas às contribuições de cargas poluidoras provenientes da bacia hidrográfica e às condições de maré e às condições meteorológicas. A poluição é significativa nas áreas de baixa circulação de água na baía e perto da foz dos rios com elevada carga poluidora, principalmente de esgotos domésticos. Em geral, a qualidade de água é pior na estação chuvosa que na estação seca, devido, à baixa cobertura de rede de esgotos da bacia contribuinte. A concentração de matéria orgânica e nutriente é mais baixa na região que

se estende da boca da baía até a região norte-nordeste e mais alta na área oeste interior à baía, no canal entre as ilhas do Governador e do Fundão (FEEMA, 1998, p.36).

Por último, o sistema precisa ter um administrador, que supervisiona a performance do sistema, por meio da comparação das metas estabelecidas com a situação corrente do sistema. O administrador deve ser responsável pela implementação das medidas corretivas e pela indicação de quem deve aplicá-las. No sistema Baía de Guanabara, o administrador é a Agência Reguladora de Energia e Saneamento do Estado do Rio de Janeiro (AGENERSA), responsável pela concessão dos serviços de saneamento.

## 4 COMPONENTES DO SISTEMA BAÍA DE GUANABARA

### 4.1 DEFINIÇÃO DOS COMPONENTES

A Figura 7 apresenta um desenho esquemático do Sistema Baía de Guanabara. A referida figura mostra o administrador do sistema junto com os quatro componentes do Sistema Baía de Guanabara. O primeiro componente, é função do reconhecimento que a estratégia para a melhoria ambiental da baía deve ter como suporte, ferramentas capazes de auxiliar nos processos de análise e tomada de decisão e na definição dos projetos de saneamento necessários para a melhoria da qualidade de água.



**Figura 7 – Representação do Sistema Baía de Guanabara.**  
Fonte: Elaboração própria.

A infra-estrutura física é outro componente do sistema, uma vez que o mesmo compreende os meios necessários para a implementação das ações de saneamento.

Por outro lado, o conceito de estrutura de governança é um aspecto central para o entendimento das transformações necessárias para o setor de saneamento no país e, particularmente, na bacia da Baía de Guanabara, de modo a garantir, de forma eficiente, a implementação e a operação dos sistemas de esgotamento sanitário prioritários, questões fundamentais para o sucesso da estratégia proposta para a melhoria de qualidade da baía.

A última década foi um período marcado por exaustiva discussão sobre a reforma regulatória do setor de infra-estrutura no Brasil. Essa discussão foi motivada pela percepção de que o modelo de desenvolvimento liderado pelo setor público, desde a década de 1960, seja na qualidade de principal provedor de recursos e garantias, seja como principal executor, tornou-se claramente obsoleto para fazer frente às enormes necessidades projetadas pelo ritmo de urbanização dos últimos anos.

Por último, o componente financiamento, com a missão de estudar as fontes de financiamento que possam garantir a viabilização dos investimentos de infra-estrutura de saneamento, especialmente por meio da mobilização de novas fontes de financiamento e atração de investidores do setor privado e/ou externo.

São descritos, a seguir, esses componentes — ou subsistemas — em detalhes.

O planejamento da estratégia para a melhoria ambiental da baía deve se apoiar em ferramentas capazes de auxiliarem nos processos de análise, planejamento e tomada de decisão, sendo os modelos de simulação de qualidade de água imprescindíveis para:

- Avaliação das estratégias e ações de controle de poluição necessárias para que a qualidade de água atenda aos padrões de qualidade, que são função dos usos desejados. Na legislação brasileira, os padrões de qualidade de água estão associados a classes de qualidade do corpo d'água;
- Avaliação da necessidade de alteração da classificação desejada, quando a implantação de ações de controle de poluição se mostrar técnica ou economicamente inviável.

A Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e fornece diretrizes ambientais para o seu enquadramento. A classe de qualidade representa o conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros, enquanto que, o enquadramento de um corpo d'água estabelece o objetivo de qualidade de água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo.

A classificação das águas da Baía de Guanabara foi aprovada, no início dos anos 1980, pela Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA)<sup>14</sup>, por meio da Diretriz de

---

<sup>13</sup> Têm como base, os estudos realizados em 1992 e 1993, pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro, com cooperação do Governo Japonês, por meio da Japan International Cooperation Agency (JICA). O desenvolvimento desses estudos contou com a participação efetiva da autora da tese, como especialista do Governo do Estado, nos tópicos relacionados à análise da poluição e à recuperação da qualidade de água.

<sup>14</sup> A Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA) é o órgão normativo e deliberativo do sistema ambiental do Estado do Rio de Janeiro.



Classificação das Águas da Baía de Guanabara (DZ-105)<sup>15</sup>. O enquadramento aprovado estabeleceu que somente as águas das áreas portuárias dos municípios do Rio de Janeiro e Niterói, seriam destinadas a usos menos nobres — navegação e harmonia paisagística. Para o restante da Baía de Guanabara, foram definidos os usos de proteção das comunidades aquáticas e de recreação, como usos preponderantes pretendidos,

A Resolução CONAMA 357/2005, também, introduziu a variável denominada Carbono Orgânico Total (COT) para caracterização da poluição orgânica em águas salinas. No entanto, no Brasil, o uso deste indicador é bastante recente, não havendo, até o momento, dados de COT disponíveis para a efetiva caracterização do problema de eutrofização das águas da Baía de Guanabara.

Em função dos estudos realizados na Baía de Guanabara, no âmbito desta tese e, com base na experiência brasileira e internacional sobre o tema de qualidade de água de estuários, o indicador mais relevante para representar o problema de qualidade de água da Baía de Guanabara é a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

O indicador DBO permite simplificar as informações sobre o fenômeno complexo de eutrofização da Baía de Guanabara, facilitando a compreensão dos dados e melhorando a qualidade das pesquisas. Portanto, o indicador DBO foi considerado como fundamental para tomadores de decisão e para a sociedade.

Foram utilizados como referência, para o indicador DBO<sup>16</sup>, os valores de 5 mg/L para garantia do uso para proteção das comunidades aquáticas e recreação e 10 mg/L, para os usos menos nobres de navegação e harmonia paisagística. A literatura técnica

---

<sup>15</sup>A Legislação Estadual, as normas e diretrizes técnicas aprovadas pela CECA, tais como a Diretriz de Classificação das Águas da Baía de Guanabara estão disponíveis na web: <http://www.feema.rj.gov.br>).

<sup>16</sup> Valores de referência utilizados em JICA (2002 e 2003) e adotados no Brasil, por vários anos, em função da Resolução CONAMA 20, de 18 de junho de 1986, para garantia dos usos pretendidos.

especializada considera que DBO menor que 10 mg/L evita condições de anaerobiose<sup>17</sup> na baía.

Dentro do enfoque sistêmico o subsistema “Instrumentos de Apoio” foi dividido em dois outros; o primeiro trata do modelo que fornece simulações de qualidade da água da Baía de Guanabara e o segundo que estuda a questão da definição de metas a serem alcançadas.

#### **4.2.1 Modelo de qualidade de água**

Dentro do escopo desse estudo, foi utilizada uma modelagem matemática para simular a qualidade de água atual da baía e cenários futuros que indiquem alternativas de controle compatíveis com as metas e os objetivos de qualidade de água desejados para a Baía de Guanabara. O software utilizado foi o sistema MIKE 21, de propriedade do DHI Water & Environment<sup>18</sup>, cuja licença de permissão de uso, foi adquirida pelo órgão ambiental do Estado do Rio de Janeiro<sup>19</sup>, que autorizou a utilização do *software* nesta tese.

O sistema adotado combina um modelo hidrodinâmico e um modelo de advecção-dispersão com modelos que descrevem processos químicos e biológicos que interferem na qualidade de água de estuários. O modelo hidrodinâmico adotado é bidimensional e promediado na vertical, uma vez que na hidrodinâmica da baía predominam as correntes de maré e a estratificação<sup>20</sup> é considerada negligenciável.

---

<sup>17</sup> Anaerobiose – vida existente sob condições anaeróbicas, isto é, num meio onde não exista oxigênio livre (CARVALHO, 1981).

<sup>18</sup> DHI Water & Environment é uma organização de pesquisa e consultoria independente filiada à Danish Academy of Technical Sciences.

<sup>19</sup> Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiental (FEEMA).

<sup>20</sup> Não há diferença de densidade ao longo da coluna água.

O modelo é estruturado em módulos com uma base hidrodinâmica que simula as correntes e uma série de módulos adicionais que simulam a complexidade de processos que envolvem múltiplos poluentes<sup>21</sup>. Para a Baía de Guanabara, foram utilizados os módulos: hidrodinâmico (HD), advecção – dispersão (AD), qualidade de água (WQ) e eutrofização (EU). Devido às elevadas cargas de Fósforo e Nitrogênio contribuintes para a Baía de Guanabara, o modelo de eutrofização foi aquele que se mostrou o mais adequado para descrever a qualidade de água da Baía de Guanabara.

A Figura 8 apresenta a interdependência entre os módulos utilizados na modelagem para a Baía de Guanabara.

Os modelos hidrodinâmico e de advecção – dispersão, foram calibrados para o ano 2000, considerando:

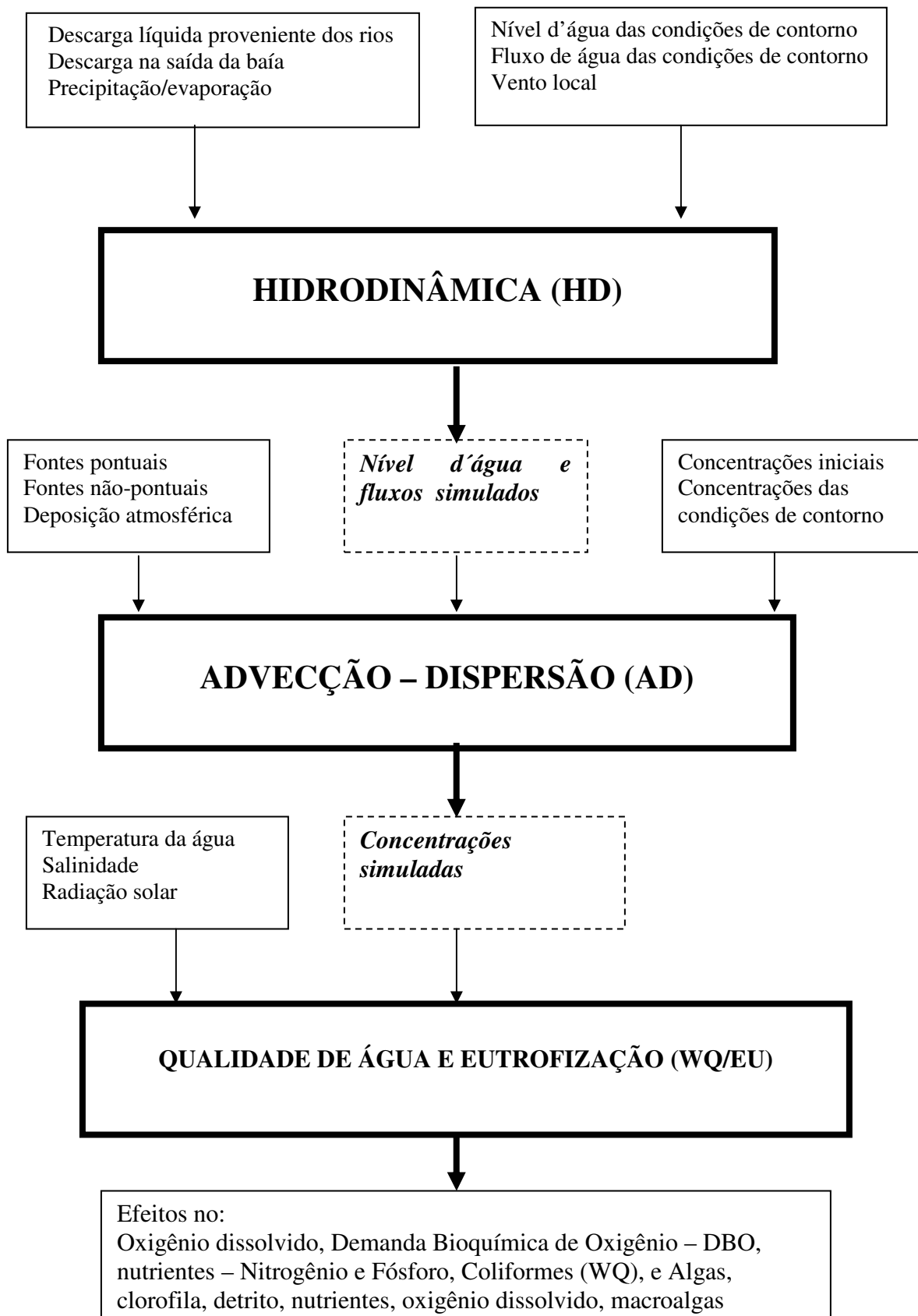
- As correntes medidas na baía e a distribuição das vazões de água doce dos rios;
- Os coeficientes de dispersão adequados; e
- A comparação com a salinidade medida em oito estações de amostragem na baía.

Os modelos HD/AD, calibrados de forma conjugada, são capazes de simular a distribuição de uma substância conservativa dissolvida ou em suspensão, fornecendo, assim, a base para a modelagem de qualidade de água e de eutrofização.

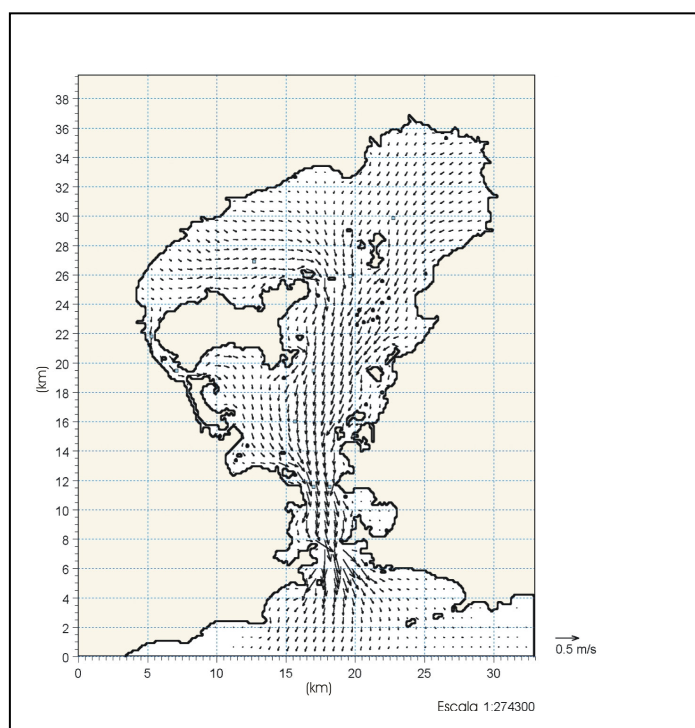
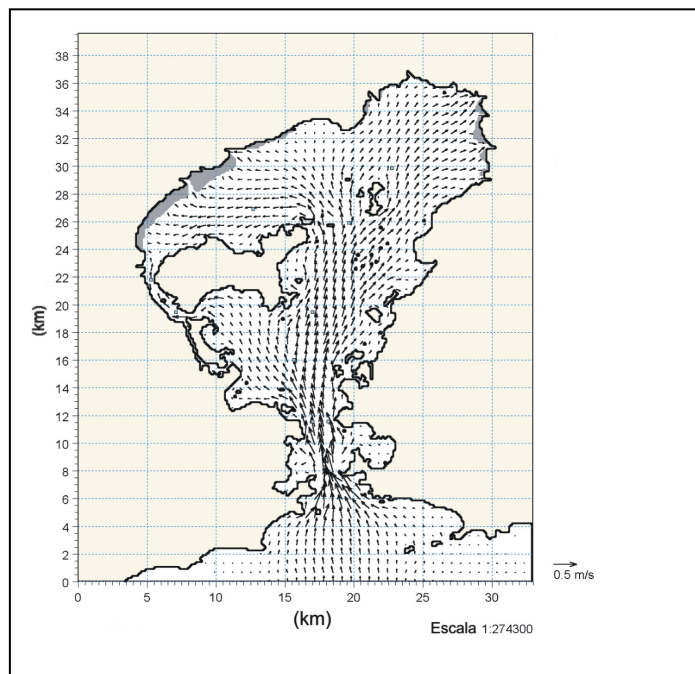
A Figura 9 apresenta os perfis dos vetores de corrente típicos para uma maré de sizígia na enchente e na vazante e a Figura 10 apresenta a simulação da distribuição de salinidade.

---

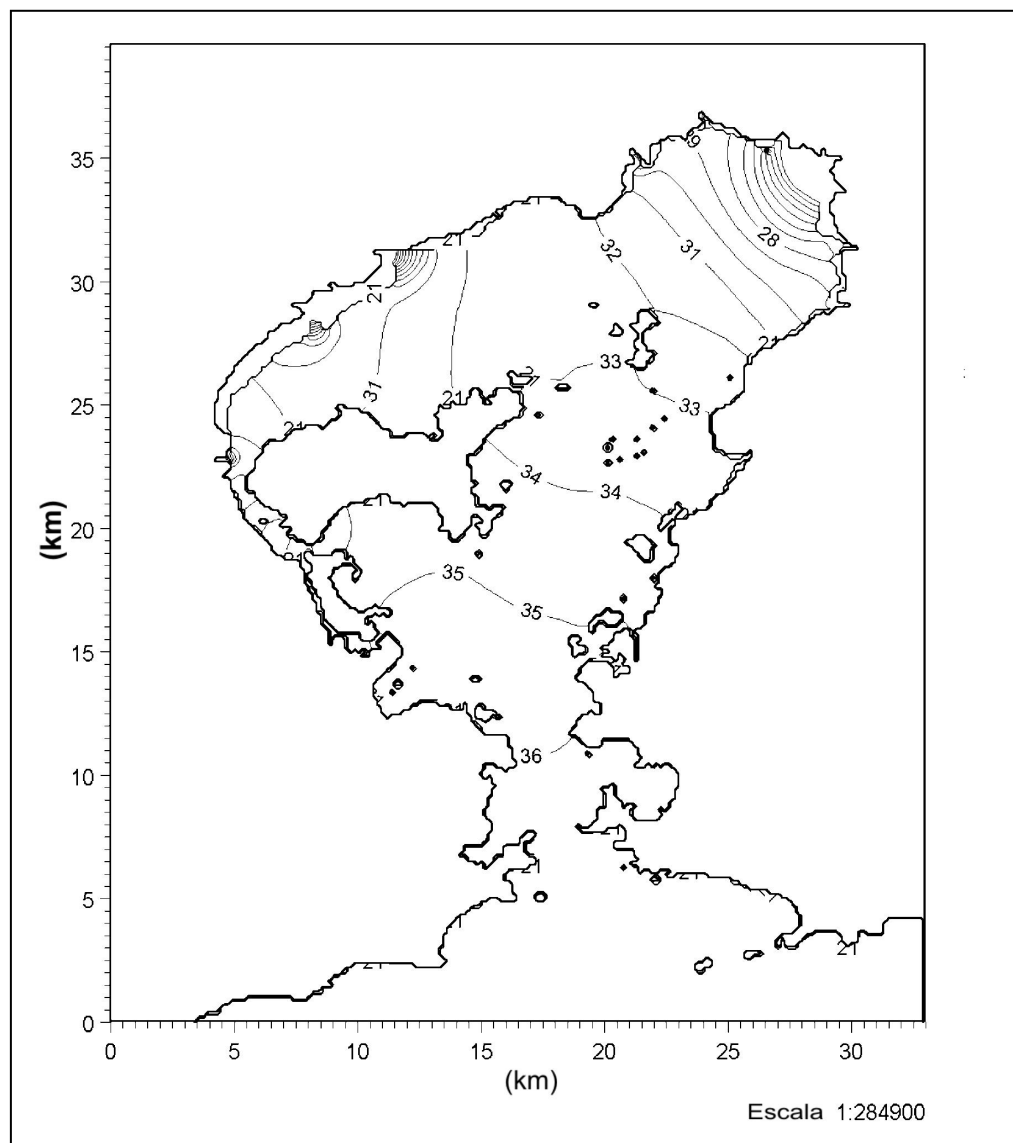
<sup>21</sup> Informações adicionais sobre os módulos do MIKE 21 utilizados estão disponíveis em (JICA, 2002 e 2003) e DHI (2002).



**Figura 8 – Ilustração da Interdependência entre os Módulos da Modelagem Utilizada.**  
 Fonte: Elaboração própria, a partir de JICA (2003).



**Figura 9 – Perfil de Corrente-Enchente e Vazante-Maré de Sizígia-Modelo Hidrodinâmico.**  
 Fonte: *Software MIKE 21* customizado para a Baía de Guanabara.



**Figura 10 – Distribuição de Salinidade – Ano 2000.**

Fonte: *Software MIKE 21* customizado para a Baía de Guanabara.

Conforme mencionado anteriormente, foram utilizados dois módulos do sistema de modelagem para a simulação dos processos químicos e biológicos que afetam a qualidade de água da Baía de Guanabara. O modelo de qualidade de água (WQ), mais especificamente, o modelo Oxigênio Dissolvido – Demanda Bioquímica de Oxigênio (OD-DBO) descreve a concentração de Oxigênio Dissolvido em função da carga antropogênica de DBO e Amônia proveniente da bacia hidrográfica.

Entretanto, a qualidade de água da Baía de Guanabara está fortemente relacionada a um processo de eutrofização, caracterizado por produtividade primária elevada devido ao enriquecimento das águas por matéria orgânica biodegradável e nutrientes, especialmente, Nitrogênio e Fósforo. Os dados de monitoramento de qualidade de água da Baía de Guanabara, disponíveis na agência ambiental estadual<sup>22</sup>, confirmam que a maior fração da DBO da baía tem como origem, a produção do fitoplâncton.

A eutrofização causa um desequilíbrio no ecossistema aquático que altera vários atributos físicos, químicos e biológicos. Devido a um aumento de nutrientes disponíveis, originam-se *blooms* (aumentos de grande magnitude) de algas que acabam por provocar o aumento da produtividade primária (ANDREOLI & CARNEIRO, 2005, p. 280).

Com a floração das algas ocorre um aumento na concentração de Oxigênio Dissolvido nas camadas superficiais durante o dia que frequentemente atinge a supersaturação. Nas camadas adjacentes, o suprimento de oxigênio é reduzido à medida que a floração se intensifica. Isto ocorre tanto pelo aumento do consumo de oxigênio para degradação da matéria orgânica, quanto pela baixa produção primária pela falta de iluminação subaquática. Durante a noite, quando não há produção fototrófica, a tendência é de uma depleção acentuada de oxigênio em toda a coluna d'água, desde a superfície.

A matéria orgânica morta que se acumula no sedimento do corpo d'água promove um aumento na demanda de oxigênio por parte dos organismos decompositores, os quais consomem grande parte do Oxigênio Dissolvido. Nesta condição, o ambiente torna-se redutor, promovendo a liberação de Fósforo, que se encontrava imobilizado no

---

<sup>22</sup> Disponível na web: <http://www.feema.rj.gov.br>.

sedimento, para a água. Essa carga interna acumulada no sedimento, em condições redutoras, torna-se solúvel na água e, possibilita manter a floração de algas no corpo d'água, mesmo com a eliminação de cargas alóctones. (ANDREOLI & CARNEIRO, 2005, p. 281).

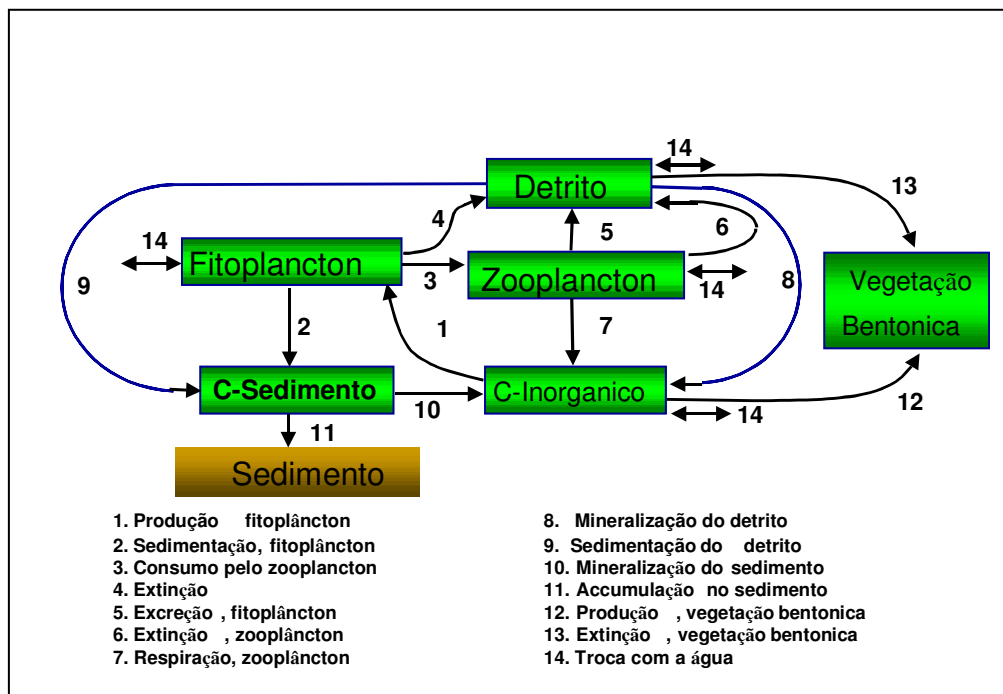
Assim sendo, a utilização do modelo de qualidade de água (WQ) para simulação das concentrações de DBO para esse estuário, não foi considerada adequada sendo, então, aplicado o modelo de eutrofização (EU) para avaliação dos efeitos causados pelas florações de algas (fitoplâncton). O modelo de OD-DBO não permite a descrição da dinâmica do crescimento e do decaimento do fitoplâncton na baía, só sendo útil para simular o comportamento da carga de DBO proveniente da bacia hidrográfica.

O modelo de eutrofização é capaz de descrever o Ciclo do Carbono, o processo de crescimento e decaimento do fitoplâncton (C, N, P) e do zooplâncton (C, N, P), bem como, os efeitos secundários em termos de *blooms* de algas, conforme ilustrado nas Figura 11 e 12.

As variáveis de entrada do modelo são as cargas de Nitrogênio e Fósforo lançadas na baía, combinadas com a troca de água simulada pelo modelo hidrodinâmico.

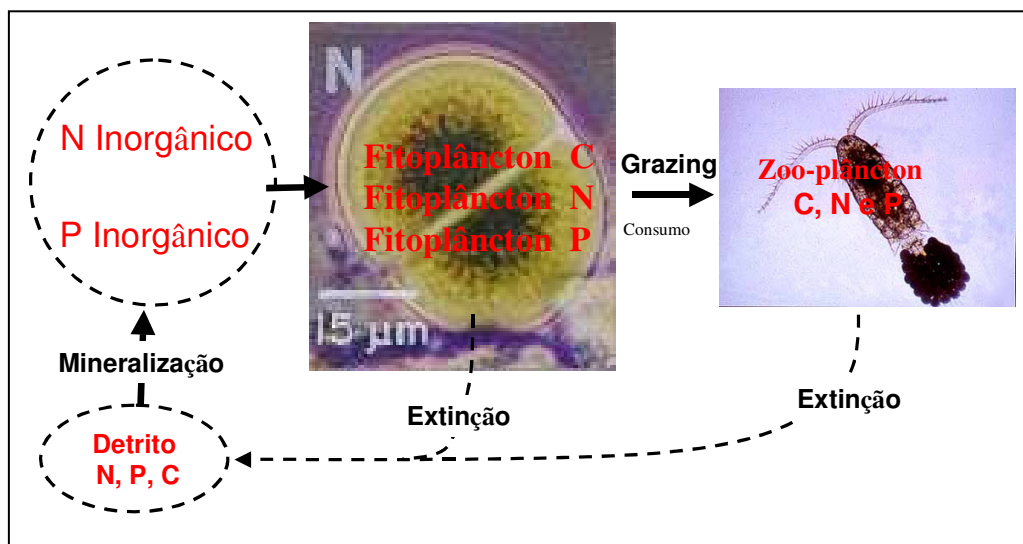
Deve ser citado que a produção primária, conversão de carbono inorgânico em matéria orgânica por meio da fotossíntese, é dominada pelo fitoplâncton e contribui com aproximadamente 95% da produtividade total.





**Figura 11 – Ciclo do Carbono no Modelo de Eutrofização.**

Fonte: Adaptado pelo autor a partir de DHI (2002).



**Figura 12 –Produção de Fitoplâncton representada no Modelo de Eutrofização.**

Fonte: Elaboração própria.

A fotossíntese é um processo pelo qual, a partir de dióxido de carbono e água, moléculas orgânicas de alta energia (carboidratos) são sintetizadas, sendo o oxigênio liberado como produto final das reações. Sobre a produtividade primária atuam fatores mutuamente dependentes, dos quais os mais importantes são: radiação solar,

temperatura da água, disponibilidade de nutrientes, atividade do zooplâncton herbívoro (*grazing*) e mecanismos físicos específicos.

A radiação solar foi considerada fator determinante para a produção de algas, enquanto que, a temperatura da água é um parâmetro fundamental que regula a velocidade da grande parte dos processos biológicos.

Ao contrário da fotossíntese, a respiração é um processo que depende principalmente do metabolismo dos organismos e é responsável pelo consumo de cerca de 10% da produtividade primária bruta. Além da energia luminosa, o fitoplâncton necessita de nutrientes para crescer e manter seu sistema fisiológico.

Geralmente, a relação entre os fatores luminosidade e disponibilidade de nutrientes é tal que, em regiões tropicais, onde a energia luminosa é aproximadamente constante ao longo do ano, os nutrientes são os principais controladores da produtividade. A disponibilidade de nutrientes é um dos principais limitantes à produtividade, sendo a principal fonte desses nutrientes nas áreas costeiras, o escoamento superficial e concentrado de fontes pontuais, provenientes da bacia hidrográfica. O último dos fatores principais que controlam a produtividade primária é o processo denominado *grazing*, que corresponde à alimentação pelo zooplâncton herbívoro dos organismos fitoplanctônicos.

Em resumo, o modelo de eutrofização teve como base o modelo hidrodinâmico, as cargas de poluição lançadas na baía — DBO, Nitrogênio e Fósforo —, a radiação solar e a temperatura da água. O referido modelo permitiu simular as concentrações de Clorofila-a e de nutrientes na baía, bem como, calcular o balanço de massa para Nitrogênio e Fósforo, num determinado período de tempo.

A carga poluidora lançada na Baía de Guanabara, para o ano 2000, foi estimada em 275 toneladas de DBO por dia, 72 toneladas de Nitrogênio Total por dia e 18,4 toneladas de Fósforo Total por dia. (JICA, 2002, p.3-24).

Embora o modelo utilizado para a baía inclua a descrição dos ciclos do Carbono, do Nitrogênio e do Fósforo, o mesmo não utiliza a DBO como uma variável de estado. Dessa forma, fatores de conversão foram definidos entre Carbono Detrito e DBO e entre Carbono do Fitoplâncton e DBO, para utilização de um indicador de qualidade de água mais facilmente compreensível.

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) de uma amostra de água representa o consumo de oxigênio utilizado para oxidação do carbono da amostra, enquanto que, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) representa a fração de Carbono facilmente oxidável da referida amostra. A DQO pode ser convertida em unidades de Carbono (C), possibilitando, assim, sua utilização como variável de entrada do modelo de eutrofização (EU). De acordo com a literatura técnica especializada,<sup>23</sup> a relação DBO/DQO de diferentes poluentes varia de 2,3 (esgotos sanitários) a 3,5 (águas servidas provenientes da agricultura). Por outro lado, a relação DQO/C necessária para converter DQO ( $\text{g O}_2/\text{m}^3$ ) em C ( $\text{g C}/\text{m}^3$ ) varia entre 2,6 e 3,2, dependendo da natureza da matéria orgânica. A utilização de uma relação DQO/DBO de 3,1 e de uma relação DQO/C de 3,1 resulta numa relação C/DBO de valor unitário.

Assim, no presente modelo, 1g de DBO é transformada em 1g de Carbono. Isto é válido para converter a carga de DBO em carga de Carbono e a carga simulada de Carbono do plâncton e Carbono detrito da baía, de volta em DBO.

---

<sup>23</sup> As relações utilizadas foram extraídas do estudo de SAN DIEGO-MCLONE (2000), publicado na revista Marine Pollution Bulletin.

No modelo de eutrofização utilizado, as principais variáveis de estado do Ciclo do Carbono são o Carbono Detrito (DC) e o Carbono do Fitoplâncton (PC). A carga de DBO lançada na baía é convertida em carga de Carbono Detrito ou material orgânico morto, usando a razão acima. Depois da simulação, a DBO Total da baía é calculada como a soma da DBO do Carbono do Fitoplâncton (PC) e do Carbono Detrito (DC).

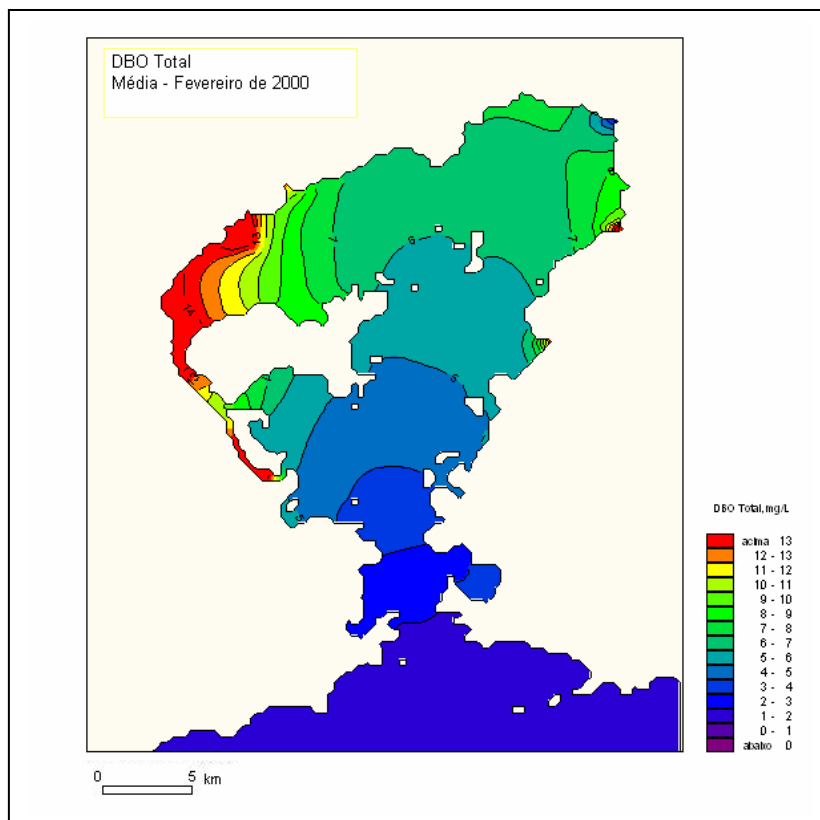
A DBO simulada a partir do Carbono Detrito (DC) representa a parte da DBO lançada na baía e parte do C do fitoplâncton morto, que entra na “mistura detrito”. Perto das fontes de poluição e da foz dos rios, a fração DBO–DC (DBO detrito) representa principalmente a carga lançada, enquanto que as concentrações de DBO–DC (DBO detrito) simuladas, perto da entrada da baía, consistem principalmente da DBO de fitoplâncton morto.

O modelo de eutrofização foi calibrado a partir da comparação dos dados simulados com os dados medidos pelo órgão ambiental estadual, no ano de 2000, para DBO, Clorofila, Nitrogênio total, Nitrogênio Inorgânico, Fósforo Total e Fosfato para sete estações de amostragem na baía<sup>24</sup>.

Conforme destacado, a DBO Total é a soma de PC e DC. As Figuras 13 e 14 apresentam os resultados médios simulados para DBO Total e DBO – Detrito, para o ano 2000. Fica evidente, a partir dos resultados do modelo, que a maior parte da DBO é proveniente do PC (Carbono do Fitoplâncton), exceto na área oeste e noroeste, onde os lançamentos de esgotos sanitários são bastante significativos. Os resultados simulados confirmam que as altas concentrações de DBO encontradas na Baía de Guanabara representam um problema combinado de eutrofização e de carga orgânica proveniente da bacia hidrográfica.

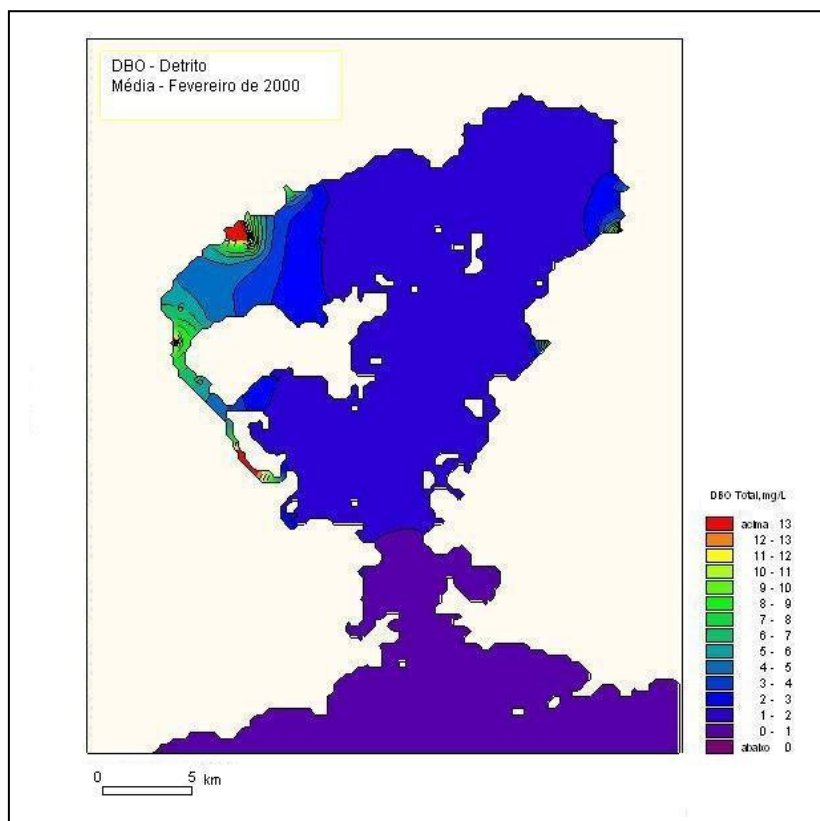
---

<sup>24</sup> Informações detalhadas sobre a calibração do modelo de eutrofização estão disponíveis em JICA (2002 e 2003).



**Figura 13 - DBO Total Média para o Ano 2000.**

Fonte: *Software* MIKE 21 customizado para a Baía de Guanabara.

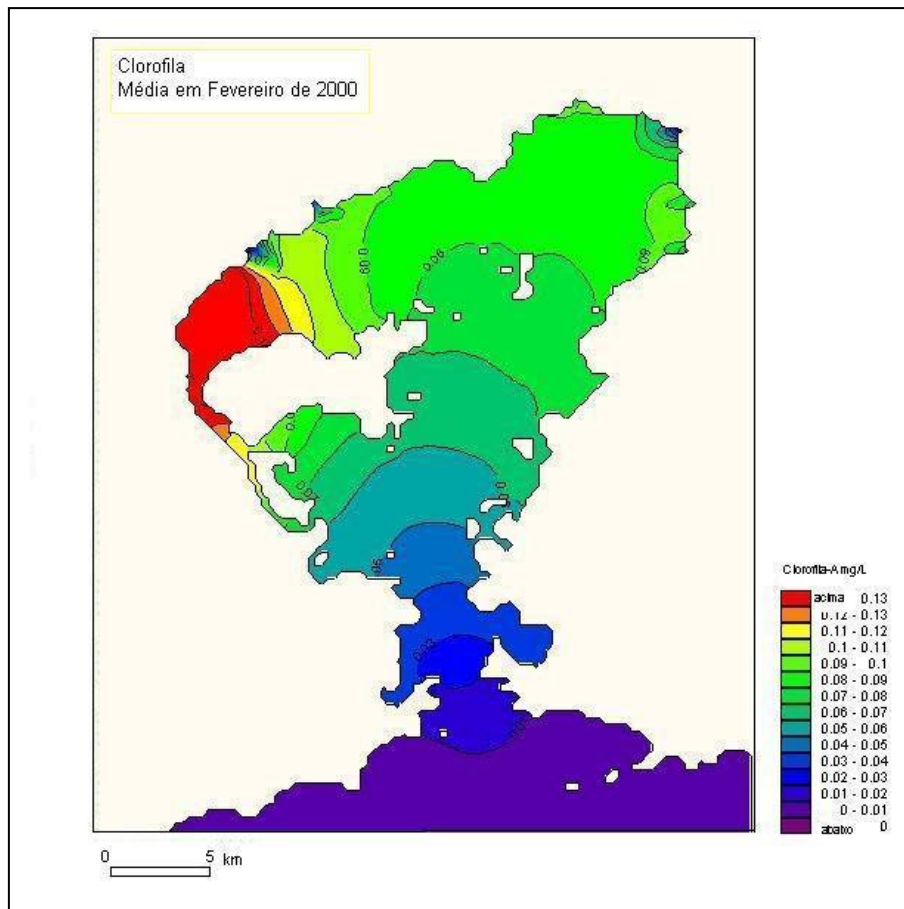


**Figura 14 – DBO - Detrito Média para o Ano 2000.**

Fonte: *Software* MIKE 21 customizado para a Baía de Guanabara.

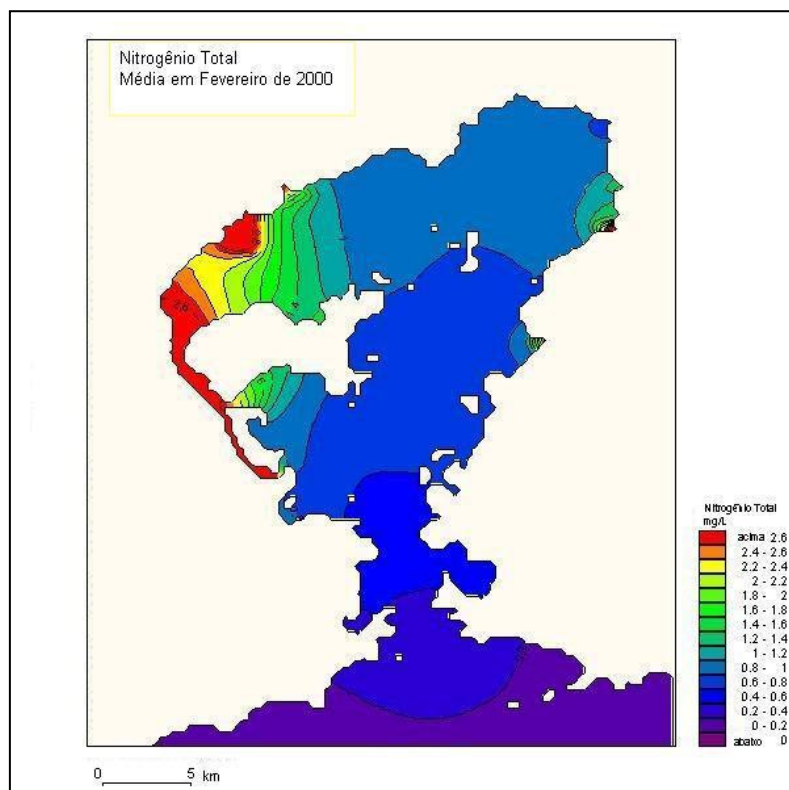
As Figuras 15, 16 e 17 apresentam os resultados médios simulados para Clorofila-a, Nitrogênio Total e Fósforo Total, para o ano 2000. Como mostrado para DBO, os valores mais altos simulados encontram-se nas áreas oeste e noroeste da baía.

A partir dos resultados obtidos, o modelo de eutrofização foi considerado adequadamente calibrado para simular diferentes cenários para melhoria da qualidade de água da Baía de Guanabara.



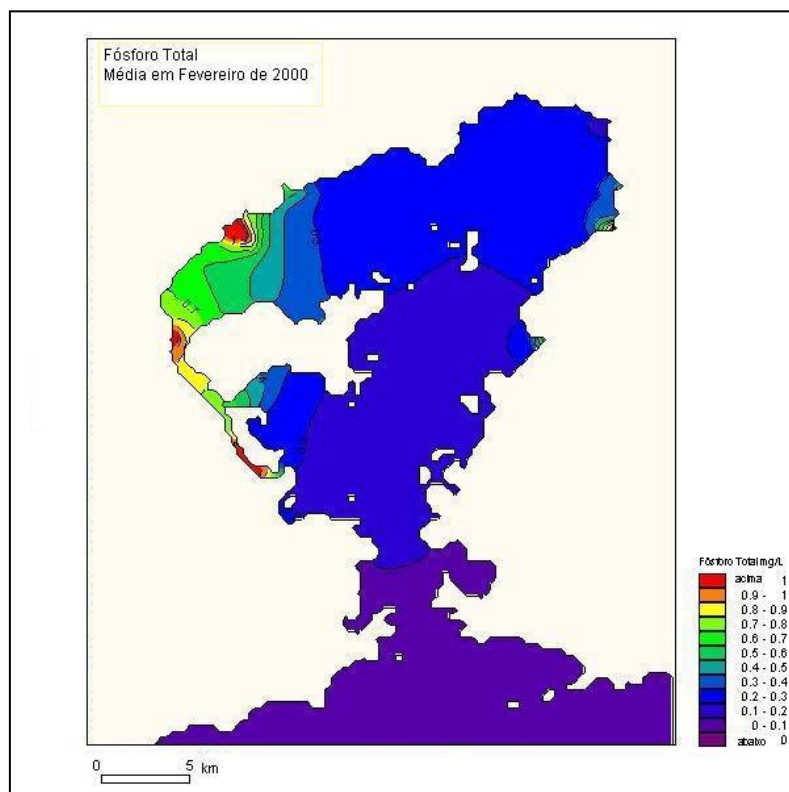
**Figura 15 – Clorofila-a Média para o Ano 2000.**

Fonte: *Software* MIKE 21 customizado para a Baía de Guanabara.



**Figura 16 – Nitrogênio Total Média para o Ano 2000.**

Fonte: *Software MIKE 21* customizado para a Baía de Guanabara.



**Figura 17 – Fósforo Total Média para o Ano 2000.**

Fonte: *Software MIKE 21* customizado para a Baía de Guanabara.

Além das simulações de diferentes cenários para melhoria da qualidade de água da Baía de Guanabara, que serão objeto de apreciação na próxima seção, o modelo de eutrofização desenvolvido, permitiu calcular para o ano 2000 (JICA, 2002, p.3.54), o balanço de massa para DBO, Nitrogênio Total (N-T) e Fósforo Total (P-T), na forma apresentada pela Tabela 1.

**Tabela 1 – Balanço de Massa Calculado pelo Modelo de Eutrofização – Ano 2000**

Componente	Carga lançada (ton/ano)	Produção Primária (ton/ano)	Exportação para o Oceano Atlântico (ton/ano)	Imobilização ou Retenção (% da Carga)	Relação entre Carga lançada e Carga Total (%)
<b>Carbono</b>	100.484	296.850	110.110	-	25,4
<b>Nitrogênio Total</b>	26.280	-	22.500	14,5	-
<b>Fósforo Total</b>	6.716	-	6.149	8,4	-

Fonte: Elaboração própria, a partir do *Software* MIKE 21, customizado para a Baía de Guanabara.

A carga total de DBO convertida em Carbono Detrito é 100.484 ton e a produtividade primária líquida em termos de Carbono é 296.850 ton. Portanto, a carga de Carbono proveniente da bacia hidrográfica contribui com apenas 25,4 % da carga total de Carbono da Baía de Guanabara. Em áreas próximas aos rios poluídos, na parte oeste e noroeste, a contribuição relativa, é maior do que 25,4%, enquanto que no centro da baía, esta relação entre carga lançada e carga total é menor.

O balanço de massa para Nitrogênio mostra que a carga proveniente da bacia hidrográfica é de 26.280 ton/ano e que a carga exportada para o Oceano Atlântico é de 22.500 ton/ano, significando que 14,5% da carga lançada fica retida na baía ou imobilizada a uma taxa de 9,97 ton N/km<sup>2</sup>/ano.

A carga total de Fósforo que entra na baía, proveniente da bacia hidrográfica, foi estimada em 6.716 ton/ano, das quais 6.149 ton são exportadas para o Oceano Atlântico.



O balanço de massa para Fósforo estima uma retenção de 8,4% da carga de Fósforo ou uma imobilização de 1,48 kg P/km<sup>2</sup>/ano.

#### **4.2.2 Definição de metas para a melhoria da qualidade de água da Baía de Guanabara**

A Resolução CONAMA 357/05 introduziu, além das diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos d'água em classes de usos preponderantes, o conceito de metas intermediárias progressivas de melhoria da qualidade da água. Com base em critérios de viabilidade técnica e econômica, as medidas de controle possíveis seriam escalonadas com vistas ao atendimento de metas intermediárias progressivas. Assim, cada conjunto de medidas estaria relacionado com a melhoria progressiva da qualidade da água, em termos de redução de carga poluente e das condições de qualidade remanescentes no corpo de água.

Com base nos conceitos da Resolução CONAMA 357/2005, os padrões de qualidade de água estabelecidos pela legislação estadual (DZ-105) foram, inicialmente, considerados como a meta de qualidade de água a ser atingida. Por outro lado, uma meta evidente a ser alcançada é a eliminação ou minimização das condições inaceitáveis de poluição da área oeste, particularmente nos Canais entre o continente e as Ilhas do Fundão e do Governador.

As metas para a melhoria da qualidade de água da Baía de Guanabara foram, portanto, avaliadas, visando obter um equilíbrio entre os objetivos de qualidade de água desejados e a viabilidade das medidas de controle — sistemas de esgotamento sanitário — a serem implementadas.

Cabe lembrar que, a DBO foi definida como o indicador a ser utilizado, tanto para criar cenários sobre o estado de qualidade da água da água, quanto para aferir ou acompanhar os resultados da implantação de medidas de controle que possibilitem atingir o objetivo de melhoria de qualidade de água desejado.

Dessa forma, as metas progressivas, foram expressas em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), indicador de qualidade de água que deve decrescer como resultado da implantação de sistemas de tratamento de esgotos.

Ainda, para definir a estratégia para recuperação da qualidade de água da Baía de Guanabara, foi assumida a premissa de que o foco central do plano de despoluição seria a adoção de medidas de controle visando a implantação de rede e tratamento de esgotos.

Apesar de ser um método confiável de redução de poluição, a implantação de esgotamento sanitário tem as seguintes limitações:

- Na prática, não é possível ter cobertura total de rede de esgotos na bacia da Baía de Guanabara e, algum efluente remanescente, sem tratamento, será lançado na baía;
- Os sistemas de esgotamento reduzem somente as cargas provenientes de fontes pontuais, não atuando na redução das cargas de poluentes provenientes de fontes não-pontuais, tais como, águas de drenagem de áreas urbanas e *runoff* de agricultura, que muitas vezes são significativas, representando carga adicional de nutrientes que contribuem para a eutrofização do corpo d'água.

Foram inicialmente analisados os dois cenários limites, citados anteriormente, de modo a balizar a definição de uma estratégia viável para a melhoria da qualidade de água da

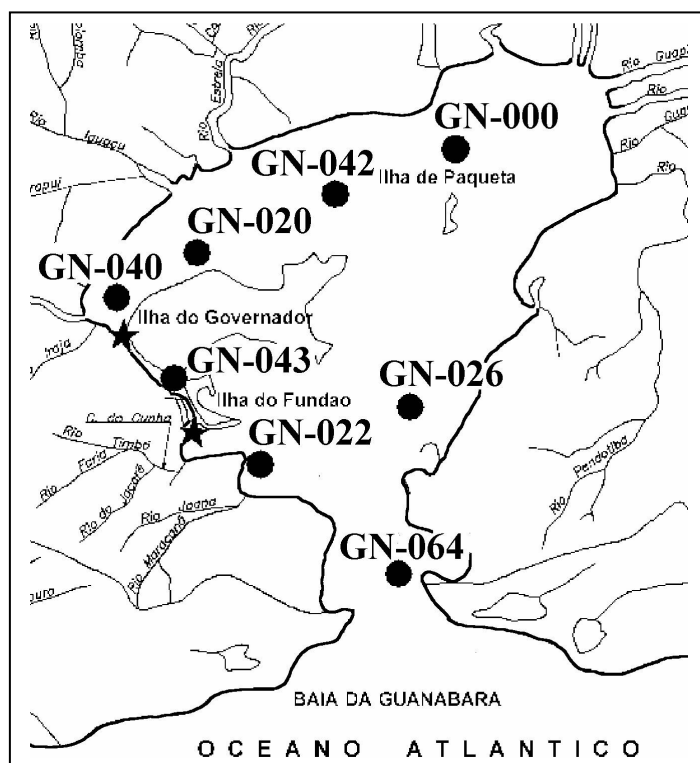
baía. Assim, foram realizadas as simulações para os cenários A e B, conforme descrito na Tabela 2.

**Tabela 2 – Expressão Numérica de Cenários de Melhoria da Qualidade de Água**

<b>Cenários de melhorias</b>	<b>Descrição</b>	<b>Expressão Numérica para Comparação<sup>1</sup></b>	<b>Observações</b>
A	Remover as péssimas condições no entorno dos Canais das Ilhas do Governador e do Fundão	DBO menor que 10 mg/L em todos os pontos de monitoramento de qualidade de água da baía.	Assume-se que a concentração máxima que não gera condições sépticas é de 10 mg/L.
B	Meta de Qualidade de Água estabelecida pela legislação estadual (DZ-105).	DBO é menor que 5 mg/L em todos os pontos de monitoramento de qualidade de água da baía, exceto nos pontos GN-022 e GN-043.	A Classificação da baía estabelece um critério de DBO menor que 5m/L em toda a baía, exceto nas áreas portuárias do Rio de Janeiro e Niterói.

Fonte: Elaboração própria.

Nota 1: A localização dos pontos de monitoramento da baía é apresentada na Figura 18.



**Figura 18 – Pontos de Monitoramento de Qualidade de Água – FEEMA.**

Fonte: FEEMA (1998).

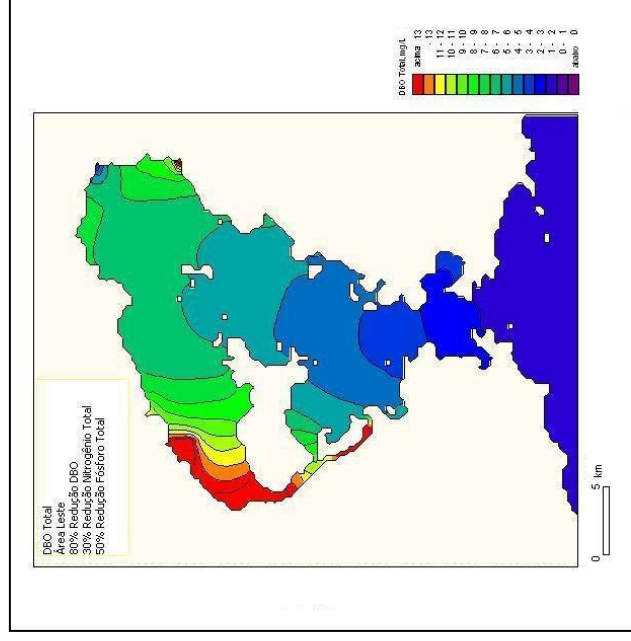
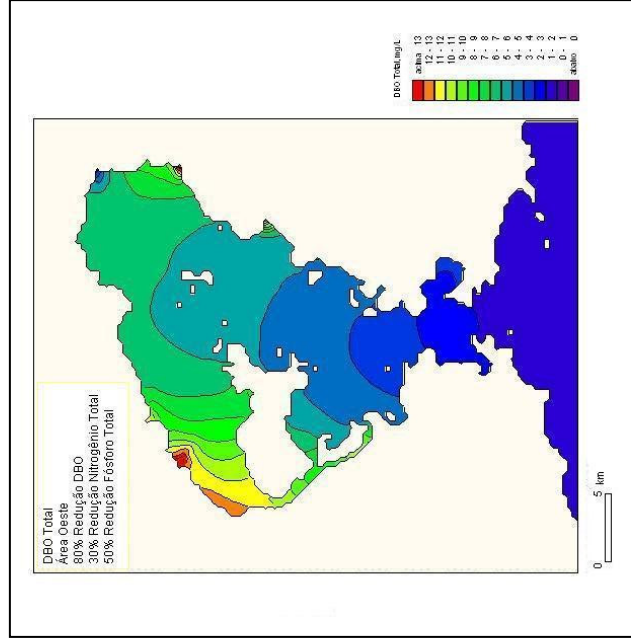
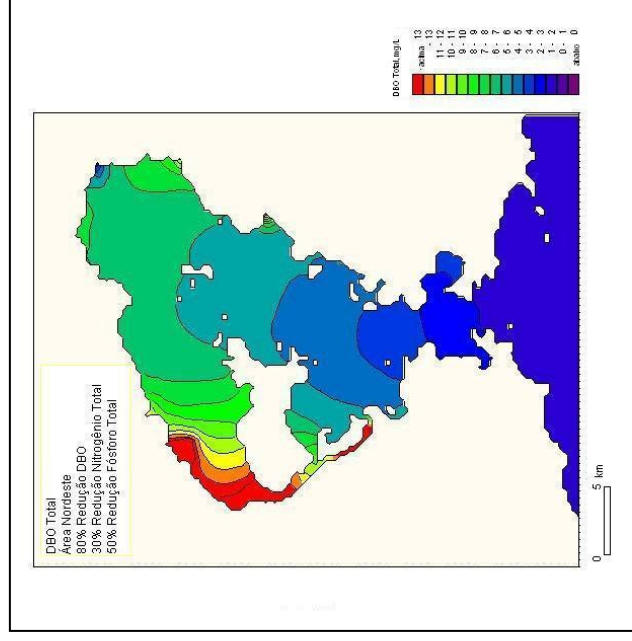
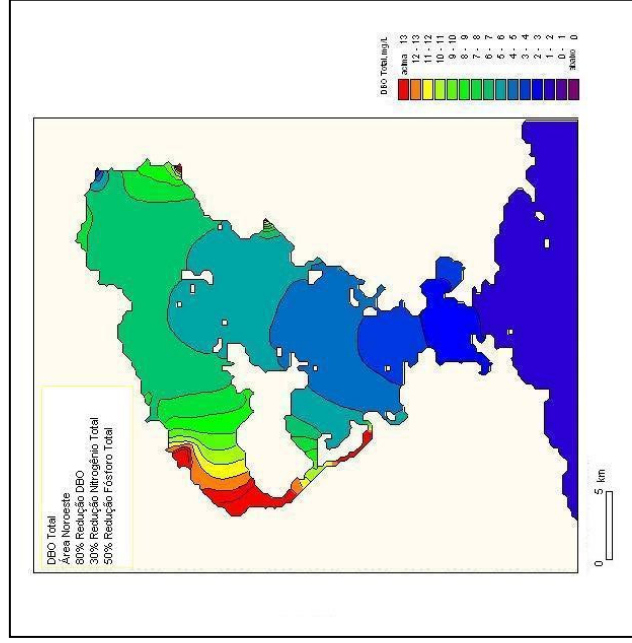
Para simulação do Cenário A, correspondente à eliminação das péssimas condições no entorno dos Canais das Ilhas do Governador e do Fundão foi considerada a implantação de tratamento biológico para os esgotos sanitários, com remoções mínimas de 80% de remoção de DBO e 30% de Nitrogênio. Para controle do processo de produtividade primária, gerada pela fotossíntese, foi adotada uma taxa de remoção de 50% de Fósforo para a carga de referência (2000), compatível com a utilização do tratamento tipo *Chemical Enhanced Primary Treatment* (CEPT), tratamento primário com adição de produto químico, que já vem sendo adotado em algumas estações de tratamento do PDBG. A Tabela 3 sintetiza as condições de redução de carga poluidora aplicadas às diversas regiões da Baía de Guanabara, dentro das premissas estabelecidas para o Cenário A.

**Tabela 3 – Condições de Carga Poluidora Aplicadas às Simulações do Cenário A – Ano 2000**

Caso	Área onde a Poluição é Reduzida	Condições de Redução da Carga de Poluição
1	Leste (E)	Carga de Poluição Gerada no Ano 2000 com: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de DBO de 80%</li> <li>• Redução de Nitrogênio Total de 30%</li> <li>• Redução de Fósforo Total de 50%</li> </ul>
2	Nordeste (NE)	
3	Noroeste (NW)	
4	Oeste (W)	

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados das simulações são mostrados na Figura 19. Como a área mais poluída é a parte oeste, apenas a redução de carga da poluição na área oeste provoca uma melhoria significativa na qualidade de água da baía. Embora a DBO ainda exceda 10 mg/L em algumas áreas, pode-se afirmar que o Cenário de Melhoria A é possível a partir de uma redução de poluição realista.



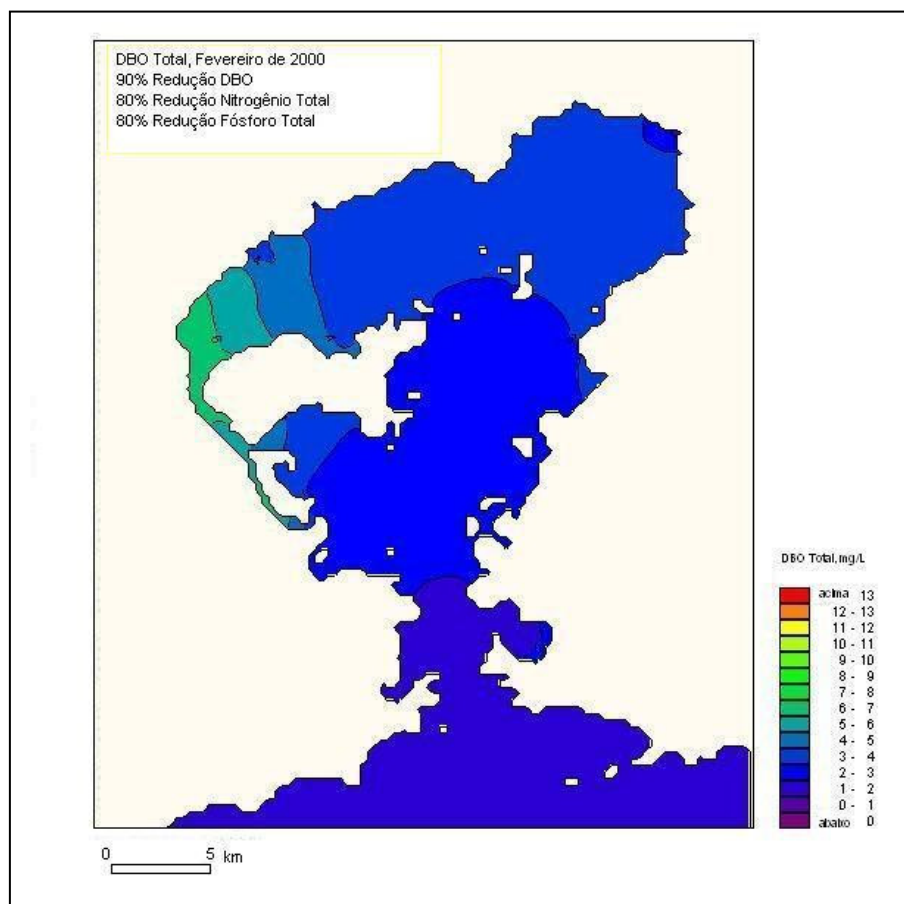
**Figura 19 – Comparação dos Efeitos da Redução de Carga de Poluição por Área – Ano 2000.**  
 Fonte: *Software MIKE 21* customizado para a Baía de Guanabara.

Por outro lado, o melhor resultado de simulação de melhoria de qualidade de água obtido neste estudo, foi realizado, a partir de uma taxa de redução de 90% para DBO, 80% para Nitrogênio Total e 80% para Fósforo Total, referente à carga de poluição do ano 2000, conforme mostrado na Figura 20. Mesmo para o melhor resultado possível, verifica-se que, em algumas áreas, a DBO excede 5mg/L. Cabe lembrar que o Cenário B, previsto pela legislação estadual, só admite que valores de DBO acima de 5mg/L em áreas muito restritas.

Essas taxas de redução são compatíveis com as remoções alcançadas pelo tratamento terciário, nível de tratamento avançado para diminuição significativa dos níveis de nutrientes. Entretanto, as taxas de redução utilizadas na simulação não são remoções nas estações de tratamento de esgotos sanitários, mas remoções a serem aplicadas à carga total de poluição da bacia que chega à baía. Elas incluem cargas de poluição que não estão conectadas ao sistema de esgotamento e cargas de poluição provenientes de fontes não-pontuais.

Isto significa que, mesmo que todos os sistemas de tratamentos fossem complementados com tratamento terciário, as remoções previstas pela simulação não seriam alcançadas. É reconhecido na área ambiental que não há medida de controle efetiva e confiável para remoção de poluentes de cargas não-pontuais. Dessa forma, é muito difícil atingir esta meta com a tecnologia de engenharia disponível atualmente, o que faz ela ser considerada uma meta inatingível.

Os resultados obtidos indicam a necessidade de revisão do enquadramento da Baía de Guanabara, realizado no início dos anos 1980.



**Figura 20 – Resultados da Simulação de Qualidade de Água – Ano 2000 – Cenário com Remoção de 90% de DBO, 80% de Nitrogênio e 80% de Fósforo.**  
 Fonte: *Software MIKE 21*, customizado para a Baía de Guanabara.

Com base nas simulações realizadas, foi possível estabelecer um Plano para Melhoria da Qualidade de Água da Baía de Guanabara, com metas progressivas de curto, médio e longo prazos, conforme descrito, a seguir:

- i. **Metas de curto prazo** – Relacionadas às medidas urgentes para eliminação das condições intoleráveis de um ambiente altamente poluído, como as áreas próximas aos canais entre o continente e as Ilhas do Fundão e do Governador, estabelecendo como objetivo de qualidade de água valores de DBO menor que 10 mg/L, na baía como um todo, até o ano 2012. Pode ser alcançada, com o desenvolvimento prioritário de sistema de esgotamento sanitário na bacia noroeste, com tratamento biológico, sendo, ainda necessária, adição de coagulante para remoção de parte do

Fósforo Total do efluente, tecnologia já adotada em algumas estações de tratamento de esgotos do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG). De acordo com as simulações realizadas, a redução de poluição para atender às metas de curto prazo, ou seja, a redução de poluição para melhorar a qualidade de água da parte noroeste da baía, também afeta a qualidade de água da baía como um todo, aumentando as áreas com DBO menor que 5mg/L (padrão de qualidade de água da legislação estadual) na direção da parte nordeste da baía. Como o objetivo das metas de curto prazo é reduzir os impactos localizados na qualidade de água da Baía de Guanabara, seria recomendável, no curto prazo, a implantação de sistemas de esgotamento e tratamento na área leste, nas sub-bacias com alta concentração populacional e lançamentos significativos de esgotos sanitários na baía.

- ii. **Metas de longo prazo** – Não há, atualmente, tecnologia de controle disponível para que a melhoria da qualidade de água alcance os padrões de qualidade de água da classificação estabelecida pela legislação estadual. Dessa forma, o enquadramento da Baía de Guanabara definido na legislação estadual é impróprio como meta realizável e deve ser revisto. Propõe-se considerar os objetivos de qualidade de água definidos pela legislação estadual, como meta de longo prazo, ou seja, uma meta desejável sem prazo para ser alcançado.
- iii. **Metas de médio prazo** – Uma faixa intermediária entre as metas de curto prazo e as metas estabelecidas pela legislação estadual pode representar uma meta mais factível, que pode ser alcançada por meio de medidas de controle viáveis. Assim, este estudo estabelece uma meta de médio-prazo, que visa minimizar as áreas da baía com DBO acima de 5m/L. A meta de médio prazo é a meta a ser alcançada pelo Plano Estratégico proposto no item Infra-estrutura Física. O Plano Estratégico



deve ser estabelecido com base no desenvolvimento de sistemas de esgotamento para a bacia como um todo e, formulado, a partir de cenários previstos para o futuro, podendo o ano de 2020 ser considerado como um horizonte possível de ser atingido para as metas de médio prazo. As metas de médio prazo para a população de 2000 corresponderiam a 90% de remoção de DBO, 30% de remoção de Nitrogênio Total e 50% de remoção de Fósforo Total, para o objetivo de qualidade de água, com DBO menor que 5mg/L na baía, exceto nas áreas noroeste e nordeste.

Com base nas simulações realizadas e na premissa de que as metas para a melhoria da qualidade de água da Baía de Guanabara devem ser determinadas considerando um equilíbrio entre os objetivos de qualidade de água desejados e a viabilidade das medidas de controle a serem implementadas, a Tabela 4 resume a descrição das metas estabelecidas, a expressão numérica das mesmas e ano previsto para alcançar as melhorias de qualidade de água planejadas. O indicador de qualidade de água escolhido, ou seja, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) deve decrescer, ao longo do tempo, como resultado da implantação de sistemas de tratamento de esgotos.

**Tabela 4 - Expressão Numérica para as Metas de Melhorias Planejadas**

<b>Metas de Melhoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Expressão Numérica para Comparação</b>	<b>Observações</b>	<b>Ano Previsto</b>
<b>Curto Prazo</b>	Remoção das condições desagradáveis nas áreas próximas aos Canais do Fundão e da Ilha do Governador e na costa leste.	<i>DBO menor que 10mg/L na baía como um todo</i>	Assume-se que a concentração máxima de 10 mg/L não gera condições sépticas.	<b>2012</b>
<b>Médio Prazo</b>	Medidas viáveis para melhoria de qualidade de água da Baía de Guanabara.	<i>DBO menor que 5mg/L na baía, exceto nas áreas noroeste e nordeste.</i>	Melhor resultado viável possível.	<b>2020</b>
<b>Longo Prazo</b>	Meta de Qualidade de Água estabelecida, pela legislação estadual, para a Baía de Guanabara.	<i>DBO menor que 5mg/L na baía, exceto nas áreas portuárias do Rio de Janeiro e Niterói.</i>	Meta não atingível com as tecnologias atuais disponíveis.	-

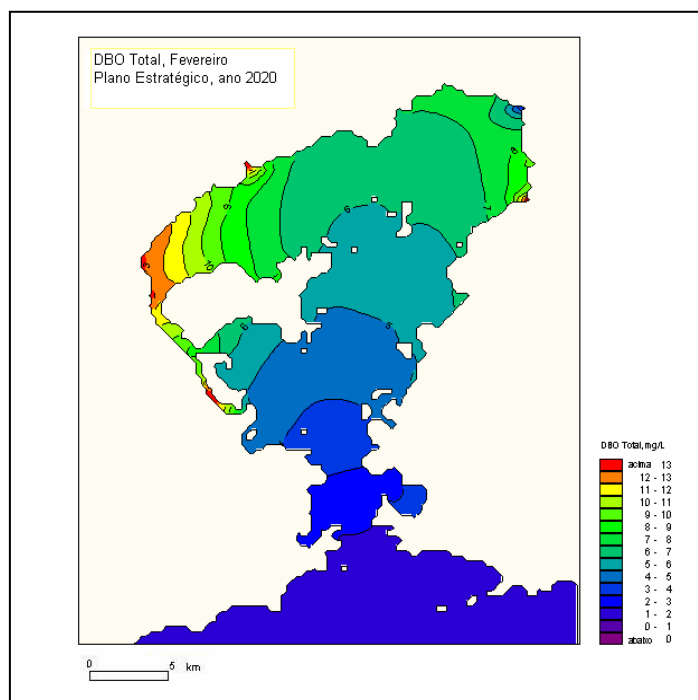
(\*)Condições sépticas – condições de qualidade de água com concentrações de oxigênio próximas a zero.

Fonte: Elaboração própria.

Cabe destacar, ainda, que as metas, de médio prazo para a população de 2000, correspondem a 90% de remoção de DBO, 30% de remoção de Nitrogênio Total e 50% de remoção de Fósforo Total, para o objetivo de qualidade de água, com DBO menor que 5mg/L na baía, exceto nas áreas noroeste e nordeste.

Como o horizonte de tempo para conclusão do Plano Estratégico é o ano de 2020, foram, ainda, realizadas as simulações de qualidade de água para o referido ano, considerando a evolução das cargas poluidoras com o crescimento populacional. Para o ano 2000, a população total da bacia foi estimada em 8.290.300 habitantes e a taxa de crescimento média anual para toda a bacia adotada foi de 0,67%, o que corresponde a uma população de 9.619.500 habitantes em 2020.

Portanto, o desenvolvimento de esgotamento sanitário na forma proposta pelo Plano Estratégico, irá garantir até 2020, a melhoria da qualidade de água da Baía de Guanabara, como mostrado na Figura 21.



**Figura 21 – Qualidade de Água com o Plano de Médio Prazo – Ano 2020.**

Fonte: *Software MIKE 21*, customizado para a Baía de Guanabara.

## 4.3 INFRA-ESTRUTURA FÍSICA

### 4.3.1 Infra-estrutura existente

Nos últimos 50 anos, o desenvolvimento dos serviços de infra-estrutura de saneamento e drenagem não acompanhou o crescimento populacional na bacia da Baía de Guanabara. Foram realizadas algumas obras de saneamento, insuficientes para evitar uma degradação de qualidade de água crescente. Dentre essas obras podem-se citar, na década de 1970, a construção das Estações de Tratamento de Esgotos de Icaraí e da Ilha do Governador e a recuperação da ETE da Penha, além da construção do interceptor oceânico e do emissário submarino de Ipanema, conduzindo os esgotos da Zona Sul do Rio de Janeiro, dos bairros do Centro até São Conrado, para lançamento no oceano (FEEMA, 1998, p. 14).

Na década de 1980, não foram feitas grandes obras de saneamento na bacia da Baía de Guanabara. Nos anos 1990, o Governo do Estado do Rio de Janeiro desenvolveu o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), com o apoio financeiro do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e do *Japan Bank for International Cooperation* (JBIC), com o objetivo principal de atender necessidades prioritárias nas áreas de saneamento básico, abastecimento de água, coleta e destinação final de resíduos sólidos, drenagem, controle industrial e monitoramento ambiental. O Programa, que inicialmente denominava-se “Programa de Saneamento Básico da Bacia da Baía de Guanabara”<sup>25</sup> teve como filosofia dar início a um processo de recuperação do meio ambiente da região.

---

<sup>25</sup> O Programa tem três objetivos interrelacionados: (i) limpar a Baía de Guanabara e a área adjacente na Bacia, (ii) melhorar a qualidade de vida da população que vive na bacia da Baía de Guanabara; e (iii) reforçar as instituições governamentais locais cujas atividades podem ter impacto positivo na Baía.

Os impactos resultantes da implantação das obras previstas, na primeira fase do Programa, deveria repercutir em benefícios diretos para a população localizada nas áreas de influência dos projetos, composta, maciçamente, por segmentos populacionais de baixos níveis de renda, com a diminuição dos casos de surtos de doenças de veiculação hídrica. Outros benefícios deveriam advir, principalmente, da atenuação da interrupção das atividades sócio-econômicas decorrentes das enchentes e da melhoria dos níveis de balneabilidade das praias do interior da baía.

O custo inicial do Programa (março de 1994) era de cerca US\$ 800 milhões, dos quais US\$ 350 milhões foram financiados pelo BID, US\$ 250 milhões pela agência de fomento japonesa JBIC e US\$ 200 milhões pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro (FEEMA, 1998, p.15).

Em 1992, a definição da concepção do sistema de esgotamento e tratamento de esgotos, para a primeira etapa do PDBG, teve como referência o Plano Diretor de Esgotamento Sanitário do Rio de Janeiro (SANERIO), elaborado em 1978, pela CEDAE, que previa o lançamento de parte dos esgotos originários das bacias contribuintes no Oceano Atlântico e o restante na Baía de Guanabara, com adoção de tratamento secundário na maioria das Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's), a serem construídas (FEEMA, 1998, p.17).

Devido às restrições orçamentárias do PDBG e por orientação do BID, foi priorizada nessa primeira fase, a construção de rede de esgotos, visando minimizar os problemas de saúde pública e a implantação de tratamento primário, de modo a impedir uma maior degradação das águas da Baía de Guanabara e, a atender à Constituição Estadual.

À época, a opção de implantar na primeira fase do PDBG, apenas o tratamento primário, permitia que as futuras expansões das Estações de Tratamento de Esgotos pudessem incorporar, num futuro próximo, mudanças na tecnologia visando aumentar a eficiência de remoção de nutrientes.

A construção de redes de esgotos não acompanhada de estações de tratamento levaria a uma melhoria das condições de saúde da população, entretanto, estaria associada a um aumento das cargas lançadas na Baía e a uma deterioração adicional da qualidade de água. A adoção de tratamento primário, a tecnologia mais simples e barata, compensava o impacto negativo para a qualidade de água resultante da implantação dessas redes.

Com a execução de redes e ligações domiciliares, o Governo propunha-se a elevar o nível de atendimento na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, atingindo, prioritariamente, as bacias com maior densidade populacional e baixo nível de renda, onde era maior o risco sanitário, decorrente do lançamento de esgotos *in natura* em valas a céu aberto.

Por outro lado, a execução de cerca de 90 km de coletores-tronco e interceptores procurou atender às necessidades básicas para evitar a contaminação das principais bacias sujeitas a enchentes, com fluxo dos esgotos nas canalizações existentes. No âmbito do Programa, os centros de tratamento previstos foram: Alegria, Pavuna, Sarapuí, São Gonçalo (Sistema II), Niterói Sul-Icaraí, Ilha do Governador e Paquetá, além do condicionamento adequado do lodo produzido na ETE Penha. Foram executadas, ainda, obras de esgotamento sanitário em 29 favelas da Zona Sul do Rio de Janeiro, Ilha do Governador e Niterói (FEEMA, 1998, p.18).

O andamento das discussões técnicas sobre o problema de eutrofização da baía, levaram, em fase posterior, a modificações nos sistemas de tratamento previstos, com a adoção do *Chemical Enhanced Primary Treatment* (CEPT), que considera a adição de coagulantes químicos no tratamento primário. Na primeira etapa do PDBG, verificou-se, porém, que a implantação desta tecnologia acabou por privilegiar a redução da área de decantação ao invés da remoção de Fósforo, que ficou limitada a 35%. O CEPT pode ser utilizado para remover até 75% do Fósforo, remoção esta mais compatível com os níveis requeridos para o controle da eutrofização da Baía de Guanabara (FEEMA, 1998, p.18).

A Tabela 5, a seguir, apresenta as principais estações de tratamento existentes na Baía de Guanabara, construídas na década de 1980 ou com recursos da primeira fase do PDBG.

**Tabela 5 – Estações de Tratamento de Esgotos Existentes na Bacia da Baía de Guanabara**

Bacia de Esgotamento	ETE	Situação Atual		
		Vazão Média (L/s)	Capacidade (L/s)	Tipo de Tratamento
<b>Emissário Submarino</b>	-	8.000	12.000	-
<b>Alegria</b>	Alegria	820	5.000	Primário. Secundário em 2007.
<b>Penha</b>	Penha	1.600	1.600	Secundário.
<b>Pavuna - Meriti</b>	Pavuna	1.000	1.500	CEPT – Sedimentação + floculante químico.
	Acari	210	210	Secundário.
<b>Sarapuí</b>	Gramacho	185	185	Lagoas de Estabilização.
	Sarapuí	1.000	1.500	CEPT – Sedimentação + floculante químico.
<b>Bota</b>	Joinville*	100	100	Primário.
<b>Imboassu</b>	São Gonçalo	120	765	Secundário (Oxigênio Puro).
<b>Niterói</b>	Icaraí	952	952	CEPT – Sedimentação + floculante químico + emissário.
	Toque -Toque	260	260	USAB**
	Barreto	260	260	USAB**
<b>Ilha do Governador</b>	Ilha do Governador	525	525	Secundário.
<b>Paquetá</b>	Paquetá	27	27	Secundário + emissário.

Fonte: Elaboração própria com base em JICA (2003).

Nota 1: \* A ETE Joinville foi implantada com recursos do Governo do Estado do Rio de Janeiro, mas atualmente não está em operação.

Nota 2: \*\* UASB - Up flow Anaerobic Sludge Blanket.

#### **4.3.2 Critérios utilizados na elaboração do plano de esgotamento sanitário da bacia da Baía de Guanabara<sup>26</sup>**

O Plano de Esgotamento Sanitário desenvolvido para a bacia da Baía de Guanabara com um horizonte de 2020, compreende 16 sistemas de esgotamento independentes, cobrindo cerca de 2.970 km<sup>2</sup> de área esgotada e atendendo 9.4 milhões de pessoas (JICA, 2003). Na presente tese está sendo incluído o Sistema do Emissário Submarino de Ipanema por absorver os esgotos sanitários da Zona Sul e de parte do Centro, integrantes da bacia contribuinte da Baía de Guanabara.

A Tabela 6, a seguir, apresenta as populações de projeto para as bacias de esgotamento da bacia da Baía de Guanabara, estimadas a partir do Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2000, que se constituem em dados básicos para o desenvolvimento dos sistemas de rede e tratamento de esgotos.

A vazão de contribuição *per capita* de esgotos foi estimada em 80% do volume de consumo *per capita* de água, assumindo-se uma taxa de retorno de 80% da água consumida. O efluente industrial foi considerado como parte do efluente doméstico e a vazão média *per capita* de esgotos foi estimada em 300 litros diários.

No desenvolvimento dos sistemas de rede e tratamento de esgotos foi, também, assumida a hipótese de que, mesmo em 2020, 10% da população da área esgotável da bacia contribuinte, não teria acesso a serviços de esgotos. A taxa de infiltração foi estimada na faixa de 0,05 – 1,0 L/s.km de rede de esgotamento.

---

<sup>26</sup>Plano de Esgotamento Sanitário desenvolvido como parte dos estudos conduzidos pela JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA). *The Study on Management and Improvement of Environmental Conditions of Guanabara Bay in Rio de Janeiro*. Final Report. Main Report. Outubro 2003.



**Tabela 6 - População Estimada por Bacia de Esgotamento na Baía de Guanabara**

Sistema de Esgotamento	Área (há)	População da Bacia do Sistema de Esgotamento		
		2000	2010	2020
<b>Alegria</b>	11.900	1.359.000	1.405.000	1.449.300
<b>Penha</b>	4.200	605.300	625.800	645.300
<b>Pavuna-Meriti</b>	17.800	1.455.600	1.517.600	1.577.500
<b>Sarapuí</b>	13.200	854.000	929.500	993.700
<b>Bangu</b>	3.300	378.500	391.300	403.600
<b>Bota</b>	39.200	1.010.400	1.167.000	1.274.400
<b>Iguaçu</b>	18.100	231.300	265.800	300.400
<b>Estrela</b>	35.100	334.100	396.900	450.500
<b>Roncador</b>	57.100	137.000	175.200	202.400
<b>Macacu</b>	65.600	287.200	352.100	400.000
<b>Guaxindiba</b>	7.100	196.700	226.800	252.400
<b>Alcântara</b>	10.600	401.800	453.200	499.500
<b>Imboassu</b>	5.900	266.900	303.900	336.700
<b>Niterói</b>	4.000	366.800	384.000	404.400
<b>Ilha do Governador</b>	3.500	211.500	218.700	225.500
<b>Paquetá</b>	100	3.400	3.600	3.700

Fonte: Elaboração própria, com base em JICA (2003).

Foi, ainda, adotada a Norma NBR-570 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como referência para as contribuições *per capita* dos principais parâmetros para caracterização da poluição orgânica proveniente dos esgotos sanitários: 54g/dia para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e 60g/dia para Sólidos em Suspensão (SS).

Ainda, a destacar que, na legislação ambiental estadual são estabelecidos padrões mínimos para efluente líquidos que devem ser atendidos antes do lançamento no corpo receptor. A Tabela 7 apresenta os percentuais de remoção e os padrões de lançamento requeridos para carga orgânica de origem doméstica, conforme estabelecido na Diretriz

de Controle de Carga Orgânica Biodegradável em Efluentes Líquidos de origem não Industrial (DZ-215), aprovada pela Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA)<sup>27</sup>.

**Tabela 7 – Padrões de Lançamento para Efluentes de Origem Doméstica**

Carga Poluidora (kg/dia)	Eficiência Mínima de Remoção (%)	Concentrações	
		DBO (mg/L)	SS (mg/L)
<10	30	180	180
25 – 50	70	80	80
50 – 100	80	60	60
>100	90	30	30

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Legislação Ambiental Estadual.

A Tabela 8 destaca os tipos de tratamento considerados na elaboração do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário, com as concentrações típicas de esgotos sanitários brutos e tratados, para os principais poluentes de interesse. Os valores de referência para Sólidos em Suspensão (SS), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Nitrogênio Total (N-T) e Fósforo Total (P-T) foram adotados a partir da bibliografia técnica internacional (METCALF & EDDY, 1979) e da experiência local.

---

<sup>27</sup> Disponível na web: <http://www.feema.rj.gov.br>.

**Tabela 8 – Estimativa das Concentrações Efluentes por Tipo de Tratamento**

<b>Grau de Tratamento de Esgotos</b>	<b>Tipo de Tratamento de Esgotos</b>	<b>SS (mg/L)</b>	<b>DBO (mg/L)</b>	<b>DQO (mg/L)</b>	<b>N-T (mg/L)</b>	<b>P-T (mg/L)</b>
<b>Efluente Bruto</b>	-	200	220	500	40	10
<b>Tratamento Primário</b>	Sedimentação	100	120	350	38	9
<i><b>Chemical Enhanced Primary Treatment (CEPT)</b></i>	Sedimentação com floculante	80	100	250	38	5
<b>Tratamento Secundário</b>	Biológico por Lodo Ativado Convencional	30	25	75	30	8
<b>Tratamento Secundário</b>	Biológico por Lodo Ativado + Nitrificação	20	10	35	30	8
<b>Tratamento Secundário</b>	Lodo Ativado + Nitrificação + Denitrificação	20	10	30	8	8
<b>Tratamento Secundário</b>	Lodo Ativado + Remoção Biológica de P	15	10	30	20	10
<b>Tratamento Terciário Avançado</b>	Lodo Ativado + Remoção de P e N + Filtração	10	5	25	<5	<2

Fonte: Elaboração própria.

#### **4.3.3 Plano de esgotamento sanitário para a bacia da Baía de Guanabara**

A partir dos dados disponíveis, foi desenvolvido o Plano Estratégico de Esgotamento Sanitário para a Bacia da Baía de Guanabara. A Tabela 9 destaca as principais informações sobre o Plano de Esgotamento Sanitário: a área a ser esgotada, a população a ser atendida (90% da população estimada para 2020), a capacidade das estações de tratamento de esgotos planejadas, bem como a extensão das redes de esgotamento que deverão conduzir os esgotos às Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's) projetadas.

Bacia de Esgotamento	ETE's Propostas	Área Esgotada (ha)	Pop. Esgotada	Capacidade da ETE (L/s)			Rede de Esgotos	
				Planejada	Existente	A ser Ampliada	Elevatórias	Rede(m)
Zona Sul + Centro (parte)	Emiss.Submarino	-						
Alegria	Alegria	11.900	1.304.400	5.000	5.000	0	4	1.785.000
Penha	Penha	4.200	580.000	1.600	1.600	0	0	630.000
Pavuna-Meriti	Pavuna	8.600	1.029.600	3.000	1.500	1.500	15	1.290.000
	Acari	4.000	390.200	1.100	0	1.100	5	600.000
	Sub-Total	12.600	1.419.800	4.100	1.500	2.600	25	1.890.000
Sarapuí	Gramacho	900	68.400	185	185	0	3	135.000
	Sarapuí	7.900	825.900	2.500	1.500	1.000	11	1.185.000
	Sub-Total	8.800	894.300	2.685	1.685	1.000	14	1.320.000
Bangu	Bangu	1.700	363.200	1.000	0	1.000	1	255.000
Bota	Iguaçu 02	4.300	126.000	350	0	350		473.000
	Madame	400	11.400	40	0	40		44.000
	Velhas	1.200	35.600	110	0	110		132.000
	Bota	27.400	801.500	2.400	0	2.400		3.014.000
	Joinville	4.100	119.100	310	100	210		451.000
	Outras	1.800	-	0	0	0		-
	Sub-Total	39.200	1.083.600	3.210	100	3.110	0	4.114.000
Iguaçu	Xerém	700	10.500	30	0	30	1	77.000
	Campos Elísios	15.900	237.200	610	0	610	2	1.749.000
	Outras	1.500	-	0	0	0		
	Sub-Total	18.100	247.700	640	0	640	3	1.826.000
Estrela	1	7.700	88.000	260	0	260		847.000
	2	11.600	135.100	400	0	400	1	1.276.000
	3	9.400	108.400	320	0	320		1.034.000
	4	3.700	42.200	120	0	120		407.000
	Outras	2.700	-	0	0	0		
	Sub-Total	35.100	374.300	1.100	1.100	1.100	1	3.564.000
Roncador	1	5.600	17.900	50	0	50		616.000
	2	22.800	72.800	190	0	190	2	2.508.000
	3	6.300	20.100	60	0	60		693.000
	Outras	22.400	-	0	0	0		
	Sub-Total	57.100	110.800	300	0	300		3.817.000
Macacu	1	14.600	80.600	210	0	210	1	1.606.000
	2	11.100	61.100	160	0	160	1	1.221.000
	3	5.700	31.100	90	0	90		627.000
	4	4.800	26.200	70	0	70		528.000
	5	6.600	36.000	100		100		726.000
	6	8.000	44.100	120	0	120	1	880.000
	7	3.500	19.000	50	0	50		385.000
	8	4.800	26.600	70	0	70		528.000
	Outras	6.500	-	0	0	0		
	Sub-Total	65.600	324.700	870	0	870	3	6.501.000
Guaxindiba	1	5.100	162.500	430	0	430	2	561.000
	2	1.200	38.000	100	0	100		132.000
	3	400	12.600	40	0	40		44.000
	Outras	400	-	0	0	0		
	Sub-Total	7.100	213.100	570	0	570	2	737.000
Alcântara	Trindade	3.700	156.900	400	0	400	1	555.000
	Alcântara	2.200	91.400	240	0	240	1	330.000
	Jardim Nazaré	2.700	114.700	300	0	300	2	405.000
	Outras	2.000	-	0	0	0		
	Sub-Total	10.600	363.000	940	0	940	4	1.290.000
Imboassu	São Gonçalo	4.600	235.000	765	765	0	2	690.000
	Bomba	800	40.200	110	0	110	1	120.000
	Outras	500	-	0	0	0		
	Sub-Total	5.900	275.200	875	765	110	3	810.000
Niterói	Toque Toque	2.000	182.000	530	530	0	3	300.000
	Barreto							
	Icaraí	2.000	182.000	952	952	0	3	300.000
	Sub-Total	4.000?	364.000?				6	600.000
Ilha do Governador	Ilha do Governador	3.500	203.000	525	525	0	1	525.000
Paquetá	Paquetá	100	3.300	27	27	0	3	15.000

Fonte: Elaboração própria com base em JICA (2003).

Considerando a necessidade de atendimento à legislação estadual vigente, ou seja, aos padrões de lançamento estabelecidos para esgotos sanitários (DZ-215), foi prevista, no desenvolvimento do Plano de Esgotamento Sanitário, a adoção de tecnologia capaz de produzir efluente dentro dos padrões, tendo sido projetadas estações de tratamento, a nível secundário, pelo processo de Lodos Ativados.

Entretanto, para atendimento às metas progressivas de qualidade de água para a Baía de Guanabara, será necessário, paulatinamente, o aprimoramento das estações de tratamento por meio da implantação de equipamentos e unidades adicionais, capazes de remover 30% de Nitrogênio Total e 50% de Fósforo Total.

A remoção de Fósforo Total poderá ser obtida por meio da adição de coagulantes e floculantes, tais como sulfato de alumínio ou cloreto férrico nos tanques de aeração. O processo demandará uma área adicional para o armazenamento de produto químico, equipamentos de dosagem e mistura, que são facilmente incorporados numa planta de tratamento de esgotos sanitários, do tipo Lodos Ativados.

Por outro lado, a remoção simultânea de Fósforo Total e Nitrogênio Total, quer seja pela adoção de processos para nitrificação e denitrificação (Anoxic/Oxic Process), seguido de adição de coagulante, quer seja pela adoção de tratamento do tipo Anareobic/Anoxic/Oxic Process, requer modificação significativa no tratamento secundário por Lodos Ativados, previsto para a primeira fase.

De qualquer forma, não seria viável num estágio inicial, a implantação de sistema de tratamento completo, mas a complementação do tratamento para remoção de Fósforo Total e Nitrogênio Total deverá estar contemplada em etapas subsequentes.

#### 4.3.4 Plano de esgotamento para atendimento às metas de curto prazo.

Para melhorias de qualidade de água mais imediatas na Baía de Guanabara, o que corresponde a um cenário que acaba com as condições de anaerobiose da área noroeste e com os impactos locais na qualidade de água na área leste da baía, proporcionando concentrações de DBO menores que 10 mg/L na Baía de Guanabara como um todo, considera-se prioritária a implantação dos sistemas de tratamento, indicados na Tabela 10.

**Tabela 10 – Sistemas de Esgotamento Prioritários na Bacia da Baía de Guanabara**

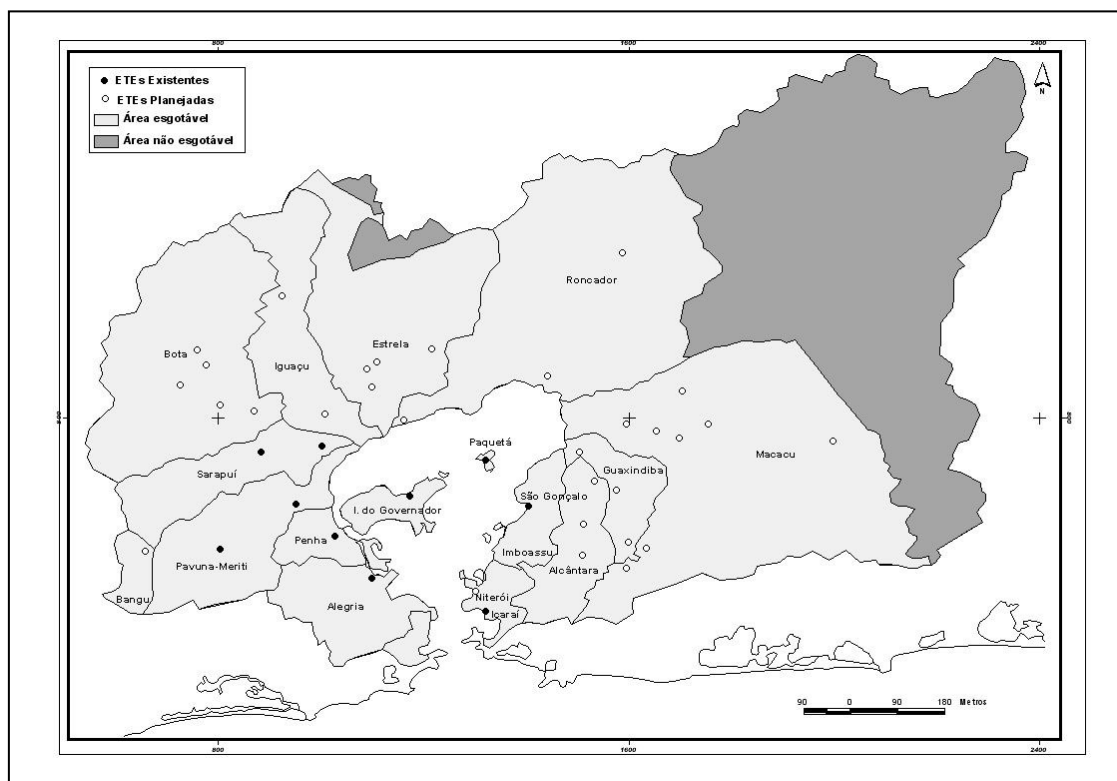
Bacia de Esgotamento	Sub-bacia de Esgotamento	Nível de Urbanização	Capac. ETE atual (L/s)	Capacidade prevista (L/s)	Observações
<b>Pavuna – Meriti</b>	Pavuna	Muito Alto	1.500	3.000	Primeira fase implementada no PDBG
	Acari	Muito Alto	210	1.100	Estação existente implantada em 1970
<b>Sarapuí</b>	Sarapuí	Muito Alto	1.500	2.500	Primeira Fase implementada no PDBG
<b>Bangu</b>	Bangu	Muito Alto	-	1.000	Esgotamento para área altamente urbanizada
<b>Alcântara</b>	Alcântara	Muito Alto	-	240	Esgotamento para área altamente urbanizada
<b>Imboassu</b>	Bomba	Muito Alto	-	110	Esgotamento para área altamente urbanizada

Fonte: Elaboração própria com base em JICA (2003).

Os sistemas de tratamento previstos, para curto prazo, devem abranger tratamento biológico e adição de coagulante para remoção de Fósforo Total.

### 4.3.5 Localização das estações de tratamento de esgotos da bacia da Baía de Guanabara

A Figura 22 apresenta a localização dos sistemas de tratamento existentes e previstos, no Plano Estratégico de Esgotamento Sanitário para a Bacia da Baía de Guanabara.



**Figura 22 – Sistemas de Tratamento de Esgotos da Bacia da Baía de Guanabara.**  
Fonte: Elaboração própria com base em JICA (2003).

#### **4.3.6 Custos de implantação/manutenção e operação para o Plano de Estratégico de Esgotamento Sanitário**

Para avaliação dos custos dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos são considerados basicamente os seguintes componentes:

- Custos diretos de construção, estimados a partir de custos regionais de julho/2002 (1 US\$ = R\$ 2,9 );
- Aquisição do terreno para implantação do sistema de tratamento de esgotos;
- Custos de Administração, estimados em 5% dos custos diretos;
- Projetos de Engenharia, estimados em 10% dos custos diretos;
- Custos de Contingência Física, estimados em 10% dos custos diretos.

Os Custos Anuais de Manutenção e Operação foram estimados em 5% dos custos diretos e englobam, principalmente: energia elétrica, pessoal, equipamentos, produtos químicos e manutenção geral.

A Tabela 11, a seguir, apresenta os custos diretos de construção e de aquisição de terreno para implantação dos sistemas de tratamento de esgotos a implantar na bacia da Baía de Guanabara necessários para atendimento às metas de médio prazo propostas.



**Tabela 11 – Custos dos Sistemas de Coleta e Tratamento para a Bacia da Baía de Guanabara**

ETE's Propostas	Capacidade da ETE (L/s)	Área Requerida (m²)	Custo Unitário (US\$/m²)	Custo Direto				Aquisição Terreno	Total
				ETE's	Rede	Elevatórias	Sub-Total		
Emiss.Submarino	-								
Alegria	-	-		-	-	-	-		
Penha	-			-	-	-	-		
Pavuna	1.500			14.872	90.449		105.321		105.321
Acari	1.100			28.293	72.918		101.211		101.211
Sub-Total	2.600			43.165	163.367		206.532		206.532
Gramacho									
Sarapuí	1.000			11.741	14.416		26.157		26.157
Sub-Total	1.000			11.741	14.416		26.157		26.157
Bangu	1.000	53.400	10	26.285	54.795		81.080	650	81.730
Iguaçu 02	350	32.000	10	17.951	23.707		41.658	320	41.978
Madame	40	11.200	10	3.742	2.709		6.451	112	6.563
Velhas	110	18.200	10	7.775	7.451		15.226	182	15.408
Bota	2.400	81.700	10	72.198	162.565		234.763	817	235.580
Joinville	210			12.408	14.224		26.632	0	26.632
Outras									
Sub-Total	3.110	143.100		114.074	210.656	0	324.730	1.431	326.161
Xerém	30	9.700	10	3.039	1.446	159	4.644	97	4.741
Campos Elísios	610	42.000	10	26.822	29.407	3.233	59.462	420	59.882
Outras									
Sub-Total	640	51.700		29.861	30.853	3.392	64.106	517	64.623
1	260	27.700	10	14.880	20.149		34.629	277	34.906
2	400	34.200	10	19.770	30.998		50.768	342	51.110
3	320	30.700	10	16.825	24.799		41.624	307	41.931
4	120	19.000	10	8.200	9.299		17.579	190	17.769
Outras									
Sub-Total	1.100	111.600		59.355	85.245	835	145.435	1.116	146.551
1	50	12.400	10	4.397	3.138		7.535	124	7.659
2	190	23.800	10	11.542	11.925		23.467	238	23.705
3	60	13.600	10	5.016	3.766		8.782	136	8.918
Outras									
Sub-Total	300	49.800		20.955	18.829	1.036	40.820	498	41.318
1	210	25.000	10	12.408	17.564		29.972	250	30.222
2	160	21.900	10	10.194	13.382		23.576	219	23.795
3	90	16.600	10	6.725	7.527		14.252	166	14.418
4	70	14.600	10	5.608	5.854		11.462	146	11.608
5	100	17.400	10	7.257	8.363		15.620	174	15.794
6	120	19.000	10	8.280	10.036		18.316	190	18.506
7	50	12.400	10	4.397	4.182		8.579	124	8.761
8	70	14.600	10	5.608	5.854		11.462	146	11.608
Outras									
Sub-Total	870	141.500		60.477	72.762	1.643	134.882	1.415	136.297
1	430	35.400	10	20.831	30.055		50.866	354	51.240
2	100	17.400	10	7.257	6.989		14.246	174	14.420
3	40	11.200	10	3.742	2.796		6.538	112	6.650
Outras									
Sub-Total	570	64.000		31.830	39.840	318	71.988	640	72.628
Trindade	400	34.200	10	19.770	27.731	436	47.937	342	48.279
Alcântara	240	26.700	15	13.666	16.638	261	30.565	401	30.966
Jardim Nazaré	300	29.700	10	16.058	20.798	326	37.182	297	37.479
Outras									
Sub-Total	940	90.600		49.494	65.167	1.023	115.684	1.040	116.724
São Gonçalo									
Bomba	110	18.200	10	7.775	5.663	635	14.073	182	14.255
Outras									
Sub-Total	110	18.200		7.775	5.663	635	14.073	182	14.255
Toque Toque	260	19.600	10	12.115	2.876	564	15.550	186	15.731
Barreto	260	19.600	10	12.115	2.876	564	15.550	186	15.731
Icaraí									
Sub-Total	520	39.200		24.230	5.752	1.128	31.100	392	31.502
Ilha do Governador									
Paqueta									
<b>TOTAL</b>	<b>12.770</b>	<b>763.100</b>		<b>486.427</b>	<b>752.929</b>	<b>10.010</b>	<b>1.249.366</b>	<b>7.881</b>	<b>1.257.247</b>

(Unidade: US\$ 1.000)

Fonte: Elaboração própria com base em JICA (2003).

## 4.4 ESTRUTURA DE GOVERNANÇA

### 4.4.1 Conceito de governança

O termo “governança” tem apelo intuitivo bastante forte, sendo identificado como importante para alcançar objetivos organizacionais e políticas públicas. Governança significa mais que uma mera soma de elementos independentes, constituindo-se numa configuração de elementos distintos que representa um desafio formidável para reforma administrativa, práticas gerenciais e pesquisa sistemática em *performance* de governos. (OSTROM, 1986).

O processo de “governança” visa permitir à totalidade dos agentes envolvidos no setor de saneamento tomar decisões efetivas para o cumprimento das suas funções. Uma boa parte do sucesso ou insucesso desse processo de governança reside na harmonia entre, por um lado, a definição concreta do papel do Estado e, por outro lado, os mecanismos de concretização, reforço e consolidação dessa idéia fundamental de Estado.

A lógica da governança tem relação direta com conceitos de economia política. Isso indica que a teoria positiva da economia política fornece um arcabouço bastante adequado para organizar e integrar as contribuições potenciais para o estudo da governança em diferentes áreas.

Também, a “economia dos custos de transação” pode ser utilizada como referencial teórico para análise das mudanças na estrutura de governança do saneamento. A economia dos custos de transação fornece subsídios importantes para avaliar de que forma pode acontecer, no setor de saneamento, a transição da estrutura de governança atual para uma mais moderna e eficaz.

A “economia dos custos de transação”, cujo desenvolvimento se deve a COASE (1937,1998), e a WILLIAMSON (1996), é um dos segmentos da “nova economia institucional” que apresenta uma interessante alternativa para a compreensão do problema da evolução da indústria, especialmente um setor como o saneamento, onde a *performance* é também determinada pela relação formal e informal entre diversos agentes.

No caso brasileiro, esta opção de análise é ainda mais interessante, tendo em vista a própria natureza da evolução da indústria — que começou como privada, sem quaisquer regras de regulação ou de coordenação centralizada, passou a monopólio estatal, com normas de regulamentação, nem sempre obedecidas e, pode voltar a ser privada, com novas orientações para regulação. Assim, o entendimento é de que a “economia dos custos de transação” contempla instrumentos consistentes para o estudo da evolução da “organização” do setor de saneamento. Isto implica, contudo, na avaliação do setor, tomando-o como uma “instituição”, e o exame da importância dos “mecanismos de governança” como determinantes do seu desempenho e evolução.

De fato, a “economia dos custos de transação” trata do estudo das trocas — de bens e serviços — que ocorrem, principalmente, em um ambiente de racionalidade limitada e onde o comportamento dos agentes é, em geral, marcado pelo oportunismo. As contribuições teóricas e empíricas existentes, quase sempre, se preocupam com a análise de situações em que o custo de transação é resultado da combinação do comportamento dos agentes — oportunistas ou não — e, da natureza da transação envolvida. Por isso, a “economia dos custos de transação” é importante para a compreensão da relação entre as características básicas da transação e os vários arranjos organizacionais ou “estruturas de governança” (SANTANA, 2000, p. 152).

Em seus estudos, WILLIAMSON (1996) apontou as principais diferenças entre dois conceitos característicos de instituições. No primeiro conjunto de conceitos, a “instituição” abrange o elenco de normas, princípios éticos, morais e comportamentais que, sob a forma de restrições, orientam o relacionamento entre membros de uma sociedade. No segundo conjunto — onde ficam as contribuições de WILLIAMSON (1996) — a “instituição” é tida como o estudo das “estruturas de governança”, nas suas diversas modalidades. Neste caso, assume-se como “estrutura de governança” aquela estrutura institucional em que as transações são efetivamente realizadas ou decididas (WILLIAMSON, 1996). Neste sentido, a “transação” e, não um atributo específico, como preço ou qualidade, é a unidade básica de análise e a “governança” define os mecanismos pelos quais tal “transação” é realizada, ainda que em um ambiente em que as possibilidades de conflitos representem ameaças para a melhoria do desempenho. Conforme bem caracterizado por WILLIAMSON (1996), no enfoque da “economia dos custos de transação”, é importante a diferenciação entre ambiente institucional (“regras do jogo”) e “estruturas de governança” (o jogo propriamente dito).

Assim, a partir da “economia dos custos de transação”, podem ser investigadas as reformas do setor de saneamento, cujos ativos são específicos, apresentando forte necessidade de coordenação e regulação. Ademais, a necessidade de expansão exige a implementação de incentivos ao aperfeiçoamento das relações contratuais em função das condições de financiamento de novos projetos.

Em resumo, este subsistema tem como objetivo básico, propor uma nova Estrutura de Governança para o setor de Saneamento na Bacia da Baía de Guanabara. Para embasar essa proposta serão discutidas as principais características do modelo atual e a evolução

da reforma regulatória dos serviços de saneamento no Brasil, a partir da Constituição de 1988.

#### **4.4.2 Principais características da política pública do saneamento nos últimos anos**

Para entender a atual estrutura do setor de saneamento é preciso recuar até o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) e observar como ocorreu sua implementação. Também, é importante o Sistema Financeiro do Saneamento (SFH), criado em 1968 e gerido pelo Banco Nacional da Habitação (BNH), instituído em 1967. Somente depois da criação dessas instituições, é possível falar de uma política nacional de saneamento. Até então, a questão era tratada de forma totalmente descentralizada, compatível com os estágios relativamente precários de desenvolvimento das diversas regiões do país. As instituições criadas na década de 1960, trazem a marca do regime autoritário que se instalou no país em 1964, pautado por forte centralização política e implantação de planos de desenvolvimento em âmbito nacional. Um elemento fundamental dessa estratégia foi a instituição do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), em 1967, que acolhia recursos correspondentes a 8% do salário mensal dos trabalhadores e tinha por objetivo a sustentação de políticas nacionais de habitação e infra-estrutura de água e esgotos. (PARLATORE, 2000, p. 283).

A evolução do saneamento, em termos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, pode ser separada em três períodos, conforme descrito a seguir. (BRASIL, MPO, Série Modernização do Saneamento, Vol. 3, 1995):

##### *i. Período anterior ao PLANASA (até 1968):*

O período foi marcado por um crescimento acelerado e progressivo do déficit de atendimento em serviços urbanos de saneamento, em face, principalmente da

concentração da população nas cidades, da dispersão dos poucos recursos disponíveis, da inexistência de programas específicos nos níveis estadual e federal e da carência dos recursos dos municípios.

Os poucos recursos financeiros consignados nos orçamentos públicos, nos três níveis, eram pulverizados em diferentes instituições, o sistema de tarifação era irreal e não se utilizavam instrumentos de planejamento sistemático. Com todas essas dificuldades, não se deslumbrava a perspectiva de equacionamento do problema, frente ao crescimento da necessidade de ampliação da oferta dos serviços de água e de esgotos, que se refletia em baixos níveis de atendimento.

Ao mesmo tempo, não se dispunha de informações consistentes e precisas sobre os serviços de saneamento, deficiência até hoje não resolvida satisfatoriamente, de modo que, no final dos anos 1960, não se podia fixar com rigor quais os índices de cobertura dos serviços.

Apesar de diferentes números para retratar o período anterior ao PLANASA, pode-se assumir que ao final dos anos 1960, os índices de atendimento às populações urbanas com serviços de água e esgoto eram da ordem de 45% a 20%, respectivamente, refletindo uma situação bastante precária, em termos de cobertura.

*ii. O período de efetiva vigência do PLANASA –1971/1990:*

Foi instituído, na prática do planejamento global, as ações de saneamento básico para abastecimento de água e esgotos sanitários, sendo mobilizado um montante expressivo de recursos para aplicação coordenada nesse campo.

Foram aplicados recursos do FGTS, administrados pelo BNH, para financiar 50% dos investimentos, cabendo o restante do financiamento, em cada Estado da Federação, ao

Fundo Estadual de Água e Esgotos (FAE). Esses fundos estaduais visavam capitalizar progressivamente, por meio do aporte de recursos dos governos estaduais e do retorno dos empréstimos concedidos às Companhias Estaduais de Saneamento.

As companhias estaduais eram as únicas instituições credenciadas para a obtenção dos recursos do sistema e exploravam os serviços de água e de esgotos, em regime de monopólio, sendo responsáveis pela construção, operação e manutenção desses serviços, mediante concessão municipal. O princípio básico era o caixa único, que permitiria, por meio de subsídios cruzados entre localidades, tornar factíveis projetos isoladamente inviáveis. A exploração empresarial desses serviços requeria a auto-suficiência financeira das companhias, que seria obtida via tarifa, repassando-se à população usuária, a totalidade dos custos operacionais e a remuneração do investimento.

Num período inicial, a disponibilidade quase irrestrita de recursos, se comparada com a situação imediatamente anterior, levou a uma intensa execução de obras que, entre outros aspectos positivos, como a significativa redução dos déficits, principalmente em termos de abastecimento de água (estima-se que mais de 75% da população urbana estava atendida em 1980), proporcionava receitas adicionais para as companhias, por meio das taxas de administração desses recursos financeiros.

Segundo dados do BNH, no período entre 1975 e 1982 — após a consolidação do Plano e antes do início da crise do sistema — foram aplicados pelo PLANASA mais de US\$ 6 bilhões em obras de esgotos e abastecimento de água, o que correspondeu a receitas médias anuais da ordem de US\$ 80 milhões em taxas de administração (10% do investimento), para o conjunto das companhias estaduais de saneamento básico. Esses

recursos foram fundamentais para a própria estruturação de algumas das companhias estaduais.

O desequilíbrio financeiro das companhias estaduais de saneamento básico começou a ser evidenciado a partir dos anos 1980, com o agravamento da crise econômica que atingiu o país.

Além dos investimentos em obras, foram aplicados recursos do PLANASA no desenvolvimento institucional, em pesquisa e edição de normas e publicações técnicas, contribuindo para a formação da capacidade operativa hoje instalada e do acervo técnico institucional que se dispõe em relação aos serviços de saneamento.

Não obstante esses avanços, a maior parte das companhias estaduais de saneamento vem enfrentando, nos últimos tempos, sérias dificuldades para prestar o serviço requerido pela população, apesar de terem sido realizados, com frequência, aportes expressivos de recursos dos caixas estaduais para socorrer as companhias, inclusive para garantir despesas correntes. Mesmo assim, o modelo vigente não se mostra capaz de equacionar o problema da eliminação do déficit de atendimento, ainda, existente, nas condições sócio-econômicas atuais.

Acumulou-se progressivamente uma série de problemas, que podem ser assim caracterizados:

- Os altos investimentos decorrentes da utilização indiscriminada de concepções de projetos de engenharia caracterizados pela centralização, nem sempre adequada, criando grandes unidades, algumas bastante sofisticadas e, também, pelos elevados padrões de consumo considerados.



- A prioridade para a produção de água, em detrimento da otimização da distribuição, o que se explica pela perspectiva histórica de executar obras, como meio de prestar serviços satisfatórios, dando preferência à ampliação da produção, ao invés da redução das perdas e racionalização da produção;
- Os elevados custos financeiros, incompatíveis com a capacidade de retorno característica desse tipo de investimento e com as condições sócio-econômicas do país;
- As deficiências inerentes ao modelo, no que se refere à autosustentatação, evidenciadas a partir do momento em que se começou a atender, também, aos estratos de menor renda, nas periferias dos grandes centros e nas pequenas localidades. Esses segmentos da população, além da menor capacidade de pagamento, têm, em muitos casos, consumos efetivos relativamente elevados, em decorrência da falta de medição;
- A irrealidade tarifária, sobretudo em face de decisões políticas que, em determinados períodos, utilizaram as tarifas públicas como instrumento de redução de tensões inflacionárias;
- O atraso com relação às oportunidades de modernização gerencial e tecnológica, contribuindo para a elevação dos custos operacionais; e
- A baixa prioridade para implantação de rede e sistemas de tratamento de esgotos, gerando problemas de saúde pública e de poluição de recursos hídricos.

Adicionalmente podem ser identificadas outras dificuldades do setor de saneamento, de caráter mais geral, como demonstrado pelas seguintes evidências:

- A falta de uma política para o setor, de âmbito nacional, com a adequada repartição das competências e das responsabilidades de cada agente, e a definição de diretrizes gerais, objetivo, fontes de recursos, etc.
- A queda qualitativa e a redução do ritmo do crescimento dos níveis de atendimento passam a ser evidentes, com a expansão das periferias urbanas, sem os necessários investimentos em obras de infra-estrutura — entre os quais o saneamento —, e sem a efetiva viabilidade da prestação desses serviços a essas populações periféricas mais carentes, contribuindo para o ressurgimento de agravos à saúde pública.

A partir da segunda metade da década de 1980, o próprio aparelho institucional para a gestão das ações de saneamento, no nível federal, foi progressivamente desmontado, principalmente, após a incorporação do BNH, pela Caixa Econômica Federal (CEF), em 1986.

*iii. O período atual – de 1990 em diante:*

Esta fase iniciou-se quando os municípios tiveram, também, acesso aos recursos do FGTS para financiar investimentos em saneamento, anteriormente exclusivos das companhias estaduais. Nessa época, entretanto, a disponibilidade de recursos para empréstimo, no sistema, era menor que no período anterior.

As políticas públicas relativas ao saneamento no período apresentam um padrão comum, caracterizado pela ênfase na modernização e na ampliação marginal da cobertura de serviços.

Do ponto de vista da vinculação institucional do sistema de saneamento ao governo federal, a década de 1990 foi marcada por diversas mudanças. A administração Fernando Collor criou, em 1990, a Secretaria de Saneamento, vinculado ao então criado Ministério da Ação Social. A antiga Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM) foi transformada em Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e incorporou funções de outros órgãos também extintos.

Em 1993, o Ministério da Ação Social foi transformado em Ministério do Bem-Estar Social e, em 1995, as atribuições da política de saneamento passaram à Secretaria de Política Urbana (SEPURB), ligada ao Ministério de Planejamento, visando uma maior articulação das políticas de saneamento e de desenvolvimento urbano. A partir de 1999, a SEPURB passou a se vincular à Secretaria do Desenvolvimento Urbano, ligada à Presidência da República.

A despeito das várias mudanças de vinculação institucional, as iniciativas do governo federal obtiveram relativo sucesso na ampliação da cobertura dos serviços e na modernização do setor, mas conservou intactas as feições que lhe foram conferidas pelo PLANASA. (TUROLLA, 2002, p. 14).

Os recursos disponíveis no período vieram dos programas federais, do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), por meio da Caixa Econômica Federal e das instituições de fomento, principalmente o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento. A Tabela 12 apresenta os principais programas federais implementados na década de 1990.

Os programas federais da década de 1990, apresentados na Tabela 12, podem ser enquadrados em dois conjuntos de ações. O primeiro conjunto volta-se para redução das

desigualdades sócio-econômicas e privilegia sistemas sem viabilidade econômica-financeira, enquanto que o segundo, é voltado para a modernização e para o desenvolvimento institucional dos sistemas de saneamento.

No segundo conjunto de projetos, destaca-se o Programa de Fomento à Parceria Público-Privada para Prestação de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário (PROPAR) e o Programa de Financiamento a Concessionários Privados de Serviços de Saneamento (FCP/SAN), ambos com recursos do FGTS e do BNDES.

O FCP/SAN teve como objetivo criar oportunidades de financiamento de obras e serviços para execução pelas concessionárias privadas de serviços de saneamento e dar prioridade às concessões, já estudadas e modeladas no PROPAR.

Ainda, a destacar, o Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS), com apoio do Banco Mundial, que publicou uma série de documentos de análise, discussão e prognósticos relativos a problemas enfrentados pelo setor; incluindo recomendações para planejamento e implementação de programas de financiamento pelo setor público; bem como sugestões para desenvolvimento institucional dos organismos operadores do setor<sup>28</sup>. Foi implantado, no âmbito do PMSS, o Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS), como parte do esforço de avaliação de políticas e medição de desempenho do setor de saneamento.

A dimensão mais importante da Política de Saneamento do Governo Federal, no período de 1995 a 2002, foi possivelmente o incremento da linha de aperfeiçoamento

---

<sup>28</sup> As publicações referidas estão incluídas na Série Modernização do Setor de Saneamento do Ministério do Planejamento e Orçamento/Secretaria de Política Urbana/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA e encontram-se disponíveis na web: <http://www.snis.org.br>.

institucional nos programas existentes, reforçado com a criação de instrumentos de modernização. O PMSS já havia introduzido uma política de incentivo ao aperfeiçoamento institucional ao lado das linhas de financiamento tradicionais.

Adicionalmente, os programas FCP/SAN e PROPAR trouxeram inovações conceituais importantes. Particularmente, o FCP/SAN inaugura um incentivo explícito aos sistemas operados pela iniciativa privada. Ainda que moderadamente introduz a possibilidade de competição pelos recursos do FGTS, inovação essa que tende a constituir-se num incentivo à eficiência.

A destacar, ainda, no período recente, a criação do Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas (PRODES), iniciativa inovadora, que não financia investimento, mas paga pelos resultados, ou seja, pelo esgoto efetivamente tratado. O Contrato de Pagamento pelo Esgoto Tratado é firmado pelo Governo Federal, por intermédio da Agência Nacional de Águas (ANA) diretamente com a Empresa de Saneamento — entidade pública ou privada. A liberação dos recursos se dá apenas a partir da conclusão da obra e início da operação, por meio de parcelas vinculadas ao cumprimento de metas de redução de cargas e demais compromissos contratuais<sup>29</sup>.

---

<sup>29</sup> Informações adicionais disponíveis na web: <http://www.ana.gov.br/prodes>.

**Tabela 12 – Principais Programas Federais para Saneamento na Década de 1990**

<b>Programa</b>	<b>Período</b>	<b>Financiamento</b>	<b>Beneficiário /Desdobramento</b>
PRONURB - Programa de Saneamento para Núcleos Urbanos	1990/1994	FGTS e contrapartida	População urbana em geral, com prioridade à baixa renda
PRÓ-SANEAMENTO	Desde 1995	FGTS e contrapartida	Preponderantemente áreas com famílias com renda até 12 s.m.
PASS – Programa de Ação Social em Saneamento	Desde 1996	OGU* e contrapartida, BID e BIRD	População de baixa renda em municípios com maior concentração de pobreza
PROSEGE – Programa Social de Emergência e Geração de Empregos em Obras de Saneamento	1992/1999	BID e contrapartida	População de baixa renda, privilegiando comunidades com renda até 7 s.m.
Programa FUNASA – Saneamento Básico	-	OGU e contrapartida	Apoio técnico e financeiro no desenvolvimento de ações com base em critérios epidemiológicos e sociais
PMSS I – Programa de Modernização do Setor de Saneamento	1992/2000	BIRD e contrapartida	Estudo e assistência técnica aos estados e municípios em âmbito nacional; investimentos em modernização empresarial e aumento de cobertura em alguns estados. (Santa Catarina, Bahia e Mato Gross do Sul)
PMSS II – Programa de Modernização do Setor de Saneamento	1998/2002	BIRD e contrapartida	Passa a financiar companhias do Norte, Nordeste e Centro-Oeste e estudos de desenvolvimento institucional.
PNCDA – Programa nacional de Combate ao Desperdício de Água	Desde 1997	OGU e contrapartida	Uso racional da água em prestadores de serviço de saneamento, fornecedores e segmentos de usuários.
PCP/SAN – Programa de Financiamento a Concessionários Privados de Serviços de Saneamento	Desde 1998	FGTS/ BNDES e contrapartida	Concessionários privados em empreendimentos de ampliação de cobertura em áreas com renda até 12 s.m.
PROPAR – Programa de Assistência Técnica à Parceria Público-Privada em Saneamento	1998	BNDES	Estados, municípios e concessionários contratando consultoria para viabilização de parceria público-privada.
PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico	Desde 1996	FINEP, CNPq, CAPES	Desenvolvimento de pesquisa em tecnologia de saneamento ambiental

Nota 1 : \* - OGU – Orçamento Geral da União. Fonte: Elaboração a partir de TUROLLA (2002).

Com a posse do novo governo em 2003, a política de desenvolvimento urbano e a política setorial de saneamento ambiental passaram para a competência do Ministério das Cidades e da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.

Apesar dos esforços para integração da política de saneamento com as políticas de desenvolvimento urbano, de saúde e meio ambiente, verifica-se, na atualidade, que o planejamento do sistema de saneamento continua sem integração ao Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que tem como unidade de planejamento a bacia hidrográfica e enfoque na garantia da qualidade de água.

Outras dificuldades importantes nos últimos anos para o setor de saneamento estão relacionadas aos programas de ajuste fiscal do governo federal e às resoluções do Conselho Monetário Nacional que produziram uma redução da oferta dos fundos federais para o setor e estabeleceram regras para contingenciamento de crédito ao setor público.

Na bacia da Baía de Guanabara, a Companhia Estadual de Água e Esgotos (CEDAE) é a operadora pública estadual dos serviços de saneamento, mediante concessão dos municípios. Como companhia estadual nascida à época do PLANASA, centralizou os serviços de água e esgotos, com o objetivo de reduzir os custos de transação do planejamento e atingir economias de escala, principalmente na área metropolitana, de crescimento rápido. Estudos realizados por pesquisadores do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) mostram que a maioria das companhias estaduais públicas, inclusive a CEDAE, apresenta, atualmente, níveis baixos de produtividade e, que os efeitos de escala não estão melhorando a eficiência e baixando a tarifa. (SEROA DA MOTA & MOREIRA, p.300).

Os recursos do BID/JBIC de US\$ 800 milhões, alavancados no início dos anos 1990, foram os últimos investimentos significativos da companhia estadual de saneamento na bacia da Baía de Guanabara.

#### **4.4.3 As perspectivas da política nacional de saneamento**

A Constituição Federal de 1988 criou uma importante demanda por regulamentação no setor de saneamento. Alguns dos principais dispositivos constitucionais que passaram a exigir regulamentação foram: a definição difusa da questão da titularidade, a gestão de recursos hídricos, as concessões e as permissões de serviços públicos, entre outros. A regulamentação desses dispositivos só começou a se concretizar a partir da segunda metade dos anos 1990.

Em 1995, o Programa Nacional de Desestatização (PND) sofreu uma mudança de diretriz, passando, portanto, a focar o setor de infra-estrutura. A regulamentação do art. 175 da Constituição, por meio da aprovação da Lei das Concessões (Lei nº 8.987 de 13 de fevereiro de 1995), complementada pela Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, esta última mais voltada para o setor energético, constituiu um elemento importante do início da participação do setor privado na área de infra-estrutura, fornecendo uma base legal para a concessão dos serviços públicos em geral.

A Constituição previu a instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo condicionantes quanto ao domínio e à exploração da água. A Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, criou o sistema de gestão de recursos hídricos no Brasil baseado na bacia hidrográfica.

No tocante à titularidade dos serviços de saneamento, o texto constitucional permite interpretações variadas e abriu um debate sobre o que constituem serviços de interesse



local e se o poder concedente dos serviços de saneamento nas regiões metropolitanas deveria ser do município ou do Estado. (SEROA DA MOTTA, 2004).

As regiões metropolitanas constituem hoje em dia uma realidade urbanística que não pode ser desconhecida das administrações modernas, nem omitidas no planejamento regional. Por regiões metropolitanas entendem-se aqueles municípios que gravitam em torno da grande cidade, formando com esta uma unidade sócio-econômica, com recíprocas implicações nos seus serviços urbanos e interurbanos. Assim sendo, tais serviços deixam de ser de exclusivo interesse local, por estarem vinculados a toda comunidade metropolitana. (ALVES, 1998, p.26).

A participação das companhias estaduais na prestação dos serviços de água e esgotos é amplamente majoritária. Entretanto, a despeito do PLANASA e dos volumes de recursos à época, do BNH, o número de municípios que mantiveram a autonomia dos serviços de água e esgotos não é desprezível.

A aglutinação de serviços em escala estadual, associada a uma contabilização mais uniforme do desempenho, trouxe benefícios que dificilmente teriam sido obtidos em um modelo atomizado, dado o estágio de capacitação técnica da maioria dos municípios.

A ação modernizante do Governo Federal, após 1995, com a aprovação da Lei de Concessões incentivou a realização de concessões à iniciativa privada, com base na regulamentação existente, havendo, entretanto, um descompasso causado pela ausência de um marco legal específico para o setor de saneamento.

Por outro lado, a Lei de Concessões se traduziu em ameaça efetiva aos monopólios das empresas estaduais. A maioria dos contratos, ainda em vigor, foi assinada no começo dos anos 1970 e são precários, sem nenhuma especificação quanto a regras de retorno

de ativos, dificultando as negociações sobre o retorno das concessões, gerando vários processos litigiosos, como o município de Niterói, que garantiu a concessão dos serviços à iniciativa privada, após longa disputa judicial<sup>30</sup>.

Na ausência de uma estrutura reguladora plenamente constituída nos municípios que assumiram o controle de seus próprios serviços, a concessão ocorreu num ambiente sem regras claras e, principalmente, em municípios fora de áreas metropolitanas. A Tabela 13 resume as principais concessões de serviços de água e esgotos em âmbito municipal.

Os grupos privados interessados no setor são, na maioria dos casos, empreiteiros de obras públicas motivados, por um lado, pela retração do seu mercado tradicional e, por outro, pela expectativa de poder seguindo construindo obras por meio de suas concessões. Em alguns casos, foram constituídos consórcios de empreiteiras que incluem uma empresa estrangeira especializada em operação e gestão, uma vez que não existiam, no país, empresas operadoras privadas.

Os empreendimentos originários de concessões apresentam relativa diversidade de características quanto ao financiamento e às estruturas tarifárias. Em alguns casos, o capital é exclusivamente aportado pelos sócios; em outros, as novas concessionárias planejaram operações financeiras, muitas vezes até dependentes de empréstimos solicitados, mas ainda não concedidos pelas instituições privadas e/ou públicas, nacionais e estrangeiras. As estruturas tarifárias acompanham os modelos tradicionais em vigor no país, baseados principalmente em consumo mínimo, progressividade e categorização dos usuários. Além disso, as tarifas das companhias estaduais de

---

<sup>30</sup> Em agosto de 1996, foi criada a Associação Brasileira de Concessionários de Serviços Públicos de Água e Esgoto – ABCON, reunindo 44 empresas privadas às quais foram outorgadas concessões ou permissões parciais ou plenas, bem como empresas que têm participação nas concessionárias.

saneamento foram usadas como teto, ajudando a rebater as acusações de que as concessões são prejudiciais aos consumidores.

**Tabela 13 – Principais Concessões do Setor de Saneamento no Brasil** (Fonte: Adaptado de PARLATORE (2000)).

Empresa	Localidade	Popul. (mil hab.)	Grupo Privado	Modalidade	Prazo (anos)	Início	Investim. (US\$ milh)	Principais obras e instalações
Águas de Limeira	Limeira (SP)	200	Consórcio CBPQ/ Lyonnaise des Eaux	Concessão plena	30	jul/1995	92	Elevatórias e tratamento de esgotos
Águas de Juturnáiba	Araruama, Saquarema e Silva Jardim (RJ)	120	Consórcio Developer, Cowan, Queiróz Galvão, Trona e Erco	Concessão plena	25	mar/1998	61	Adutoras, redes de água e esgotos e trat. esgotos
Prolagos	Cabo Frio, Búzios, São Pedro d'Aldeia, Iguaba e Arraial do Cabo (RJ)	220	Consórcio PEM, Monteiro Aranha, PLANUP e Epal	Concessão plena, exceto Arraial do Cabo (só água)	25	mai/1998	192	Adutoras, redes e trat. rede e tratamento de esgotos
Cia Saneamento de Jundiaí	Jundiaí (SP)	300	Consórcio Augusto Velloso, Coveg e Tejofran	Concessão parcial (tratamento de esgotos)	20	dez/1996	25	Rede e tratamento de esgotos
Cavo Itu Serv. de Saneamento	Itu (SP)	113	Cia Auxiliar de Viação e Obras -- Grupo Camargo Correa	Concessão parcial (tratamento de esgotos)	20	mar/1996	21	Rede e tratamento de esgotos
Águas do Imperador	Petrópolis (RJ)	240	Consórcio Developer, Cowan, Queiróz Galvão, EIT e Trona	Concessão plena	30	jan/ 1998	83	Rede e trat. de água e trat. de esgotos
Ambient Serv. Ambientais	Ribeirão Preto (SP)	450	Consórcio REK e CH2MHILL	Concessão parcial (tratamento de esgotos)	20	set./1995	38	Rede e tratamento de esgotos
Águas do Paraíba	Campos (RJ)	350	Consórcio Developer, Carioca Christian Nielsen, Cowan e Queiróz Galvão	Concessão plena	30	set./1996	77	Rede e tratamento de esgotos e rede e tratamento de esgotos
Águas de Niterói	Niterói (RJ)	450	Consórcio Developer, Carioca Christian Nielsen, Cowan e Queiróz Galvão	Concessão plena	30	out/1997	146	Adutoras, redes de esgotos e trat. esgotos
Águas de Paranaguá	Paranaguá	110	Consórcio Carioca Christian Nielsen, Developer e Castilho	Concessão plena	28	mar/1997	50	Tratamento de água
Saneamento de Araçatuba	Araçatuba (SP)	158	Consórcio Amafi, Multiservice, Tejofran e Resil	Concessão parcial (tratamento de esgotos)			11	Rede e tratamento de esgotos
Telar	Ourinhos (SP)	80	Telar	Concessão parcial (tratamento de esgotos)	20	fev/1996	10	Tratamento de esgotos
Ciagua – Concess. de Águas de Mairinque	Mairinque (SP)	35	Vila Nova	Concessão plena	30	fev/1997	25	Adutoras, reservat. de água, redes e interceptores de esgotos
Consórcio Novacon	Pereiras, Tuiti, Tanabi, Severinãia, S. Isabel, Serrana (SP)	125	Novacon	Concessão plena (Pereiras e Tuiti) Permissão (outras)	20	ago/1994	1	Captação e tratamento de água

No tocante às companhias estaduais, apesar das grandes discussões e mesmos de algumas iniciativas direcionadas a parcerias públicas privadas, a registrar, que algumas companhias abriram o seu capital e mantêm ações transacionadas em bolsa de valores<sup>31</sup>. Nesses casos, o mercado de capitais passa a constituir elemento disciplinador das companhias abertas de saneamento, estimulando o desenvolvimento de mecanismos de sistemização e de disseminação de informações e fazendo com que o “regulador” seja a própria governança corporativa da empresa.

A despeito dos avanços na regulamentação dos serviços públicos em geral (o instrumento relativo às concessões e a edição da lei que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos), as tentativas de regulamentação específica do setor de saneamento não tiveram sucesso.

Enfim, a discussão sobre saneamento tem sofrido uma polarização política entre que os que defendem os municípios; as companhias estaduais; e a participação privada. Essa polarização que se reflete nas propostas incorporadas às proposições legislativas, não contribui para a solução dos desafios do setor. A tentativa de impor a municipalização, ou a preservação do grau de participação dos Estados na operação, tem sido ponto de controvérsia.

Ocorreram, nos últimos quinze anos, várias iniciativas precárias de organização do setor. A mais importante talvez tenha sido a proposição do Projeto de Lei Federal PLC 199/93, introduzida pelo Governo Collor, instituindo as diretrizes para a formulação e execução da política nacional de saneamento. Após sua aprovação pelo Congresso

---

<sup>31</sup> SABESP (SP), SANEPAR (PR) e COPASA (MG).

Nacional, o projeto foi vetado integralmente pelo governo do Presidente Fernando Henrique Cardoso, após a sua posse em 1995.

Em substituição ao projeto vetado, o governo federal enviou em 1996 um Projeto de Lei ao Congresso Nacional. Como esse projeto não avançou, no ano de 2001 foi enviado um novo projeto ao legislativo.

O texto original do Projeto de Lei nº 4.147/ 2001 que foi apresentado pelo Poder Executivo à Câmara dos Deputados em 2001 reafirmava que o município era o titular dos serviços que se destinam exclusivamente ao atendimento de um município, ainda que fosse integrante de região metropolitana, aglomeração urbana ou microrregião. Porém, se pelo menos uma das atividades, infra-estruturas ou instalações operacionais atendessem a mais de um município, o serviço seria considerado de interesse comum e sua titularidade cabe ao respectivo Estado. O Distrito Federal teria sua titularidade em sua área geográfica.

É possível que, do ponto de vista econômico, a configuração ótima não seja baseada na fronteira administrativa do município, mas em subdivisões da bacia hidrográfica, tendo em vista a existência de economias de escala significativas na operação de sistemas de saneamento.

Embora o Projeto de Lei nº 4.147/2001 tivesse previsto incentivos para concessões privadas e princípios de política tarifária, este não foi claro em relação à governança e nenhuma agência reguladora foi criada para esse propósito. Na verdade, o referido Projeto de Lei atribuiu à Agência Nacional de Águas – ANA, a coordenação nacional das atividades de regulação dos serviços de saneamento. (SEROA DA MOTTA, 2004, p. 7).

A lei não foi aprovada e o resultado foi um enfraquecimento regulatório que criava incertezas para os investidores privados e desestimulava investimentos. Com essas preocupações, a administração federal que assumiu em 2003 iniciou a elaboração de uma nova proposta para a estrutura regulatória do setor. Em 23 de maio de 2005, o Poder Executivo enviou à Câmara dos Deputados, o Projeto de Lei (PL 5.296/2005) com as diretrizes para os serviços públicos de saneamento básico e a Política Nacional de Saneamento Básico.

De qualquer modo, várias tentativas de legislação federal se acumulam, há vinte anos. Em 2005, tramitavam no Congresso Nacional sete Projetos de Lei (seis na Câmara dos Deputados e um no Senado) com o propósito de estabelecer marco regulatório para a prestação de serviços públicos de saneamento:

- PL 53/91 (PLC 199/93);
- PL 2.763/2000;
- PL 4.147/ 2001 – Dep. Adolfo Marinho – PSDB/CE;
- PL 1.444/2003 – Dep. Maria do Carmo Lara – PT/MG;
- PL 1.172/2003 – Dep. Eduardo Paes – PSDB/RJ;
- PL 4.092/2004 – Dep. Eduardo Cunha – PMDB/RJ;
- PL 5.296/2005 – Poder Executivo;
- PL 5.578/2005 – Dep. Moreira Franco – PMDB/RJ;
- PLS 155/2005 – Sem. Gerson Camata – PMDB/ES.

O Projeto de Lei 5.296/2005, enviado pelo Poder Executivo, buscava definir as obrigações dos entes federados, ressaltando a competência regulatória da União e introduzia um conceito mais amplo de saneamento, entendido, como abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e águas pluviais. A citar, como

pontos polêmicos do projeto de lei, o fim do subsídio cruzado externo a município, consórcio, região metropolitana, microrregião, região integrada ou aglomeração urbana e a indução do município como titular da concessão dos serviços de saneamento.

O Projeto de Lei previa, entre outras matérias:

- A celebração de contratos de consórcios públicos ou de fornecimento de serviços públicos para disciplinar as relações nos casos de sistemas integrados;
- A necessidade de planejamento de longo prazo para a elaboração dos planos de saneamento básico (mínimo de vinte anos);
- A obrigatoriedade de criação de mecanismos de regulação dos serviços, sendo obrigatório que a regulação fosse distinta da prestação dos serviços públicos de saneamento básico.
- A atuação conjunta de diversos entes federativos na regulação dos serviços de saneamento nos casos de sistemas integrados;
- A vedação de convênios e demais instrumentos assemelhados para a delegação dos serviços de saneamento básico (na contramão da tendência atual dos serviços de infra-estrutura);
- A possibilidade de remuneração dos serviços por meio de tarifas ou taxas;
- A possibilidade de constituição de fundo para financiar a universalização dos serviços;
- A necessidade de autorização legislativa para a outorga de concessões e permissões dos serviços de saneamento básico, sendo essas regidas pela Lei 8.987/95.

Em maio de 2006, foi criada uma Comissão Mista do Senado e Câmara dos Deputados para sistematizar os projetos de saneamento que tramitavam no Congresso Nacional. A



intenção era aprovar um marco legal para o setor de saneamento e deixar a regulação do Sistema Nacional de Saneamento para a próxima legislatura. Por esse motivo, a formulação da Política Nacional de Saneamento foi deixada fora do relatório final.

Em 11 de julho de 2006, foi aprovado pela Comissão Mista Especial do Congresso Nacional o projeto de Lei do Saneamento, abrindo caminho para a aprovação no dia seguinte no plenário do Senado do Projeto de Lei do Saneamento que foi denominado PLS nº 210/06<sup>32</sup>.

O PLS nº 210/06 elaborado pelo relator deputado Júlio Lopes (PP/RJ) em comissão presidida pelo senador César Borges (PFL/BA) estabelecia as diretrizes nacionais para o saneamento básico, sendo resultado da junção do projeto PL nº 5.296/05 e do projeto PLS nº 155/05 que tramitava no Senado de autoria do senador Gerson Camata (PMDB/ES). Diferente da versão preliminar, o PLS nº 210/06 não encampou a tese da titularidade dos Estados nem tampouco sanciona o entendimento do projeto original encaminhado pelo Executivo, segundo o qual o poder de concessão do saneamento era municipal, em qualquer hipótese. As tentativas anteriores de estabelecer um marco regulatório para o setor tiveram sua tramitação praticamente impedida pelos interesses conflitantes e corporativistas entre Estados e municípios.

O entendimento de que lei ordinária não pode tratar de questões constitucionais, facilitou a aprovação do projeto. A conclusão foi de que dúvidas sobre a competência em torno do assunto, como as relacionadas a regiões metropolitanas, deveriam ser tratadas pelo Supremo Tribunal Federal (STF), que analisa duas Ações Diretas de Inconstitucionalidade, do Rio de Janeiro e da Bahia.

---

<sup>32</sup> Acrescente-se, na revisão final do texto, que a Câmara dos Deputados aprovou em 12 /12/2006, a Lei do Saneamento Básico (Projeto de Lei 7.361/06).

A Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI<sup>33</sup>) referente ao Estado do Rio de Janeiro foi ajuizada pelo Partido Democrático Trabalhista (PDT) contra a lei estadual que criou a região metropolitana do Rio de Janeiro, definindo os serviços de saneamento como de interesse comum aos municípios dela integrantes e, portanto de titularidade do Estado. As referidas leis tratam da criação da região metropolitana e da microrregião dos Lagos no Estado do Rio de Janeiro (Lei Complementar 87/89) e sobre a prestação de serviço de saneamento básico (Lei Estadual 2.869/97).

No início do julgamento, em abril de 2004, o Ministro Maurício Corrêa, relator da referida ADI, em parecer para concessão da liminar, não vislumbrou inconstitucionalidade na lei complementar, considerando que a forma de repartição constitucional de competências visava exatamente essa atuação conjunta e integrada, que no caso dos Estados e municípios, consideradas as peculiaridades regionais de cada um, pode ser redimensionada segundo autoriza o § 3º do artigo 25 da Constituição de 1988. Acrescentou o Ministro que esse agrupamento de municípios, que decorre, inicialmente, da necessidade física concreta de formação de conglomerado urbano único, não se dá para fins meramente acadêmicos ou geográficos, mas efetivamente para confiar ao Estado à responsabilidade pela implantação de políticas unificadas de prestação de serviços públicos, objetivando ganhar eficiência e economicidade, considerados os interesses coletivos e não individuais. Aditou, ainda, que os problemas e os interesses de cada núcleo urbano passam a interagir de tal modo que acabam constituindo um sistema sócio-econômico integrado, sem que com isso possa admitir-se

---

<sup>33</sup>ADI ou ADIn – Ação Direta de Inconstitucionalidade. Ação que tem por finalidade declarar que uma lei ou parte dela é inconstitucional, ou seja, contraria a Constituição Federal. A ADI é um dos instrumentos daquilo que os juristas chamam de “controle concentrado de constitucionalidade das leis”. Em outras palavras, é a contestação direta da própria norma em tese. Por esse meio (chamado de controle concentrado de constitucionalidade) o STF, quando reconhece a inconstitucionalidade da norma federal ou estadual, suspende sua vigência, de modo que a decisão é aplicável para toda a sociedade.

a ocorrência de violação à autonomia municipal, tendo em vista o comando constitucional autorizador.

Apesar de concordar que a instituição desse mecanismo torna relativa a autonomia municipal nas matérias que a lei complementar julgou por bem transpor para o Estado, o Ministro considerou que a participação dos Municípios na solução dos impasses dos serviços não apenas seria desejável, mas essencial, em face do próprio significado do verbo integrar utilizado pela Constituição, do qual decorre que as decisões de interesse dessas áreas deverão ser compartilhadas entre os municípios que as compõem e o Estado<sup>34</sup>.

Na retomada do julgamento, em março de 2006, o ministro Joaquim Barbosa, proferiu voto que discordou, parcialmente do relator. Joaquim Barbosa sustentou que não deve haver confronto entre o estabelecimento de regiões metropolitanas e a autonomia municipal. Ele afirmou que as normas impugnadas transferem direta ou indiretamente competências tipicamente locais para o Estado em consequência da criação de uma região metropolitana, o que não é compatível, segundo ele, com a ordem constitucional vigente.

O ministro Nelson Jobim votou, acompanhando integralmente o entendimento do ministro Joaquim Barbosa e, sustentou que, a questão exige do Supremo, sensibilidade política, econômica e social para uma solução que seja constitucionalmente aceitável e que não inviabilize por completo o setor e prejudique o cidadão — usuário do serviço. Segundo o ministro, o maior problema, partindo-se da premissa da titularidade municipal ou intermunicipal, é dar solução às relações que se estabeleceram, nos últimos anos, entre municípios e companhias estaduais de saneamento.

---

<sup>34</sup> STF, ADI nº 1.842-5 /Rio de Janeiro (liminar), Relatório Ministro Maurício Corrêa, de 21/04/2004.

O referido ministro disse ainda que o saneamento básico, por se constituir em típico interesse intermunicipal, não pode ser atribuído ao âmbito estadual, sob pena de violação grave à federação e à autonomia dos municípios.

Por fim, o ministro Nelson Jobim, afirmou que a competência estadual em matéria de aglutinações municipais se exaure na instituição e na criação de uma estrutura de organização e funcionamento dentro dos critérios trazidos pela Constituição.

Na Ação Direta de Inconstitucionalidade 2.077 da Bahia, ajuizada pelo Partido dos Trabalhadores no STF em setembro de 1999, que trata da mesma questão, já votaram o relator, o ministro Ilmar Galvão e os ministros Eros Grau, Nelson Jobim e Joaquim Barbosa. Todos votaram no mesmo sentido, concluindo pela permanência sob a titularidade dos municípios da competência para a prestação dos chamados serviços comuns.

O ministro Eros Grau, ao votar, lembrou que a Constituição Federal atribui ao município à organização e prestação dos serviços públicos de interesse local, diretamente ou sob regime de concessão (art.30, V). No entanto, salientou o ministro, que o fenômeno da urbanização, ao dar lugar ao aparecimento de serviços que atendam a mais de um interesse predominantemente local, afeta de modo marcante algumas das concepções e categorias de que se lança mão para descrever o funcionamento do sistema de distribuição de competências em nosso modelo federativo. Em outros termos, segundo Eros Grau, a competência para organizar e prestar os serviços será dos municípios, aos quais incumbirá a atuação integrada, provida pelo Estado sem, no entanto, deixar de se manifestar como competência municipal.

Assim, foram proferidos para a ADI do Rio de Janeiro, três dos onze votos previstos, enquanto que para a ADI da Bahia foram proferidos quatro dos onze votos previstos. Apesar dos processos se arrastarem há oito anos no Supremo Tribunal Federal, a jurisprudência ainda não arbitrou de maneira definitiva a questão da titularidade dos serviços, destacando-se como conflitos notáveis, os casos das Regiões Metropolitanas de São Paulo e do Rio de Janeiro .

#### **4.4.4 A questão da titularidade<sup>35</sup>**

Segundo BARROSO (2002), o Estado Federal fundamenta-se na descentralização política, com a existência, no caso brasileiro, de três níveis de poder: o da União, o dos Estados-membros e o dos Municípios. Os elementos básicos da idéia de Federação são: a autonomia dos entes federados e a repartição constitucional de competências.

Tradicionalmente, as competências eram distribuídas com certa rigidez, mediante critérios que definiam o âmbito de atuação exclusiva de cada entidade estatal. A Constituição de 1988 manteve, substancialmente, os mesmos critérios com atribuição de competências exclusivas à União, Estados e Municípios, mas, inspirada na experiência alemã, instituiu, igualmente, um conjunto de competências comuns ou concorrentes, compartilhadas pelas entidades estatais.

Assim com base na legislação atual, é possível dizer que União, Estados e Municípios têm competências político-administrativas, legislativas e tributárias, que podem ser exercidas em comum ou com exclusividade. As competências tributárias são, de regra, exclusivas, enquanto que as competências político-administrativas podem ser comuns (CF, art. 23) e as legislativas podem ser concorrentes. (CF, art. 24).

---

<sup>35</sup> Texto baseado no artigo de Luiz Roberto Barroso “*Saneamento Básico: Competências Constitucionais da União, Estados e Municípios.*” In Revista do Diálogo Jurídico. Número 13. 2002.

A Constituição distribuiu entre os entes federativos, competências legislativas e político-administrativas relativamente às várias atividades nas quais a água está envolvida, dentre elas, destacadamente, o saneamento. Deve ser assinalado que as diferentes utilizações da água não podem nem devem ser tratadas isoladamente, uma vez que formam um “sistema”, o que pressupõe harmonia e articulação entre as partes.

A Constituição confere à União a competência político-administrativa para “instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos (...)”, na expressão do art. 21, XIX, bem como, para legislar genericamente sobre águas (art. 22, IV). Desse modo, o constituinte concentrou na União as decisões fundamentais a respeito da utilização da água no país, sob suas variadas formas, bem como os critérios para acesso aos recursos hídricos e as prioridades no seu uso. Cabe aos Estados e Municípios apenas, na forma do art. 23, XI, da Constituição Federal, “registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios”.

Para o fim de regulamentar o art. 21, XIX, da Constituição, foi editada a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 97, que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e buscou organizar uma complexa estrutura administrativa para implementar e fiscalizar o cumprimento da política nacional de recursos hídricos.

Em primeiro lugar, a Lei nº 9.433 definiu a água como um bem de domínio público (art. 1º, I). Além disso, seu uso depende de outorga do poder público federal ou estadual (art. 14) —conforme se tratem, naturalmente, de águas federais ou estaduais —, incluindo-se na expressão “uso” a captação ou derivação para abastecimento público e o lançamento em corpo de água de esgotos, tratados ou não (art. 12, I e III). Assim, a prestação do serviço de saneamento, além de atingir seus próprios objetivos típicos, haverá de se

submeter também à política nacional de recursos hídricos e às suas metas, na gestão global das águas nacionais.

A falta de esgotamento sanitário adequado, etapa final do saneamento, é uma das principais causas de contaminação do solo e das fontes de água, de modo que a proteção ambiental e o controle da poluição são temas intimamente relacionados ao saneamento.

A Constituição, entretanto, distribuiu diferentemente a competência legislativa e a competência político-administrativa na matéria. Com efeito, de acordo com o art. 24, VI, da Carta, compete à União e aos Estados, concorrentemente, “legislar” sobre proteção do meio ambiente e controle da poluição, ao passo que é competência comum dos três níveis federativos “proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas”, como dispõe o art. 23, VI.

Cabe, ainda, registrar, que do ponto de vista legislativo, compete à União, por meio de lei ordinária, dispor a respeito das diretrizes sobre saneamento, conforme estabelecido no art. 21, XX: *“Art. 21. Compete à União: XX – instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos.”*

Assim, a União pode fixar parâmetros nacionais no que diz respeito à prestação do serviço de saneamento, de modo inclusive a inserir o saneamento na política nacional de gerenciamento dos recursos hídricos, sem esvaziar a autonomia dos entes federativos competentes para prestar o serviço.

A Constituição de 1988 concentrou na União a maioria absoluta das “competências legislativas” em matéria de águas: desde a referência genérica a águas que consta do art. 22, IV, passando pela criação do sistema de gerenciamento de recursos hídricos (art. 21,

XIX), a definição de critérios para a outorga de uso da água (art. 21, XIX), a proteção ambiental e o controle de poluição (art. 24, I) e as diretrizes para o saneamento básico (art. 21, XX).

Aos Estados compete tratar concorrentemente da proteção ambiental e controle de poluição, na forma como dispõem os parágrafos do art. 24. Os Municípios não mereceram qualquer menção específica nessa distribuição, salvo que remanesce, em todo tempo, sua competência geral para suplementar a legislação federal e a estadual no que couber, como lhe autoriza o art. 30, II, da Carta de 1988.

Quanto à atuação político-administrativa, continua sendo competência da União exercer a administração global dos recursos hídricos nacionais. À União e aos Estados competem à concessão da outorga para o uso da água, e todos os entes — União, Estados e Municípios — têm o poder-dever de proteger o meio ambiente e controlar a poluição.

É importante observar que, caso a Constituição Federal não fizesse referência expressa ao saneamento, no momento da repartição de competências entre os entes, tal serviço seria certamente incluído sob dois temas, ou sob um dos dois: a saúde pública — especialmente por força da fase de captação, tratamento e distribuição de água para consumo — e controle da poluição e preservação do meio ambiente — focando-se a etapa final do esgotamento sanitário, embora esta atividade também esteja diretamente relacionada com a saúde básica.

De acordo com a Constituição de 1988, os três níveis federativos têm competência político-administrativa nos dois temas — saúde pública e controle da poluição e



preservação do meio ambiente (art. 23) —, estando igualmente comprometidos, com o oferecimento desses bens à população.

Enfim, a titularidade para a prestação do serviço de saneamento no Brasil é produto de uma sofisticada conjugação de técnicas de repartição de competências no Estado federal. Além das referências já feitas à competência para cuidar da saúde pública e para o controle da poluição e preservação do meio ambiente, o texto constitucional indica quatro dispositivos que se relacionam com o tema da competência político administrativa em matéria de saneamento. São eles os artigos 23, IX, 30, V, 25, § 3º, e 200, IV. É possível a avaliação do sentido de cada um deles:

*“Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: IX – promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico.”*

A norma não se refere à titularidade do serviço, mas à possibilidade de uma ação de quaisquer dos entes estatais visando ao melhor resultado na matéria. Com efeito, o parágrafo único do mesmo art. 23 prevê que “Lei complementar fixará normas para a cooperação entre a União e os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, tendo em vista o equilíbrio do desenvolvimento e do bem-estar em âmbito nacional”.

Em resumo, pode-se afirmar que a exemplo do que estabeleceu em relação à saúde (art. 23, II) e à proteção do meio ambiente e combate à poluição (art. 23, VI), o constituinte previu a possibilidade de ação conjunta em tema de saneamento básico. Ao lado dessa atuação comum, cuidou de instituir regras de atribuição exclusiva de competência a cada ente, à vista de sua titularidade do serviço.

O segundo comando constitucional relacionado com a prestação do serviço de saneamento, ainda que indiretamente, é o art. 30, V, que prevê a cláusula genérica pela qual compete ao Município prestar quaisquer serviços de interesse local.

*“Art. 30. Compete ao Município: V – organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial”.*

A norma procura realizar o denominado “princípio da subsidiariedade”, pelo qual todos os serviços de interesse tipicamente local, isto é, que possam ser prestados adequadamente pelo Município e se relacionem com a sua realidade de forma específica, estejam no âmbito de competência desse nível federativo, restando, todavia, definir o que é “interesse local”.

A rigor, praticamente todo e qualquer serviço apresentará, em última instância, uma dose de interesse local, ao passo que dificilmente algum serviço local será indiferente aos interesses regionais e mesmo nacionais.

Uma certa superposição de interesses é natural no Estado federal, tanto pelo fato dos vários níveis de poder ocuparem o mesmo território, como pela circunstância da população de cada Município ser também de um Estado e estar igualmente ligada ao ente central. A proposta para superar essa dificuldade é o critério da “predominância” do interesse.

MOREIRA NETO (1991, p. 66) define de forma mais precisa essa questão, concluindo que a “predominância” de um interesse sobre os demais implica, na prática, num conceito dinâmico, que varia no tempo e no espaço. Isto é: determinada atividade considerada hoje de interesse predominantemente local, com a passagem do tempo e a

evolução dos fenômenos sociais, poderá perder tal natureza, passando para a esfera de predominância regional e até mesmo federal. Uma série de fatores pode causar essa alteração: desde a formação de novos conglomerados urbanos, que acabam fundindo municípios limítrofes, até a necessidade técnica de uma ação integrada de vários municípios, para a realização do melhor interesse público. Também não é impossível imaginar o processo inverso, diante de uma substancial alteração da forma de ocupação populacional no território.

Assim, todo o serviço público que não esteja expressamente afetado a outro ente federativo e que possa ser caracterizado como de predominante interesse local, relativamente ao interesse dos Estados e da União, será da competência dos Municípios. A regra vale, naturalmente, para os serviços relacionados ao saneamento básico.

O terceiro dispositivo constitucional relacionado ao tema da competência político administrativa do saneamento é o art. 25, § 3º, da Carta de 1988, transcrito a seguir:

*“Art. 25. Os Estados organizam-se e regem-se pelas Constituições e leis que adotarem, observados os princípios desta Constituição.*

*§ 3º Os Estados poderão, mediante lei complementar, instituir regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, constituídas por agrupamentos de Municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum”.*

A norma estabelece um contraponto lógico em relação à idéia exposta anteriormente. Se há serviços que, em determinadas circunstâncias, configuram predominante interesse local, devendo ser prestados pelos Municípios, existem também outros, ou outras circunstâncias, que se relacionam com o interesse comum de um conjunto de

Municípios, de uma região mais ampla do que um Município isolado, os quais estão afetados aos Estados.

Mais que isso, os conceitos jurídicos de “região metropolitana”, “aglomerações urbanas”, “microrregiões”, de um lado, e “serviços de interesse comum” de competência dos Estados; de outro, são um reflexo no mundo do direito de um fenômeno amplamente conhecido: a formação dos grandes conglomerados urbanos, especialmente a partir da década de 1930. É suficiente lembrar que, no Brasil, em 1960, apenas 44,7% da população vivia em cidades, ao passo que, em 1996, a taxa de urbanização do país atingiu 78,4%.

Pode-se concluir que a competência estadual para os serviços de interesse comum, particularmente no âmbito das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, decorre de uma imposição do interesse público, no que diz respeito à eficiência e qualidade do serviço prestado e, muitas vezes, até mesmo à sua própria possibilidade.

O entendimento jurídico é o de que a associação à região metropolitana é compulsória para os Municípios. Ou seja: editada a lei instituidora da região metropolitana — atualmente, nos termos do art. 25, § 3º, da Constituição, uma lei complementar estadual — não podem os Municípios se insurgir contra ela. E isso porque o elemento local, particular, não pode prejudicar o interesse comum, geral; se a associação não fosse compulsória, faleceria a utilidade da instituição da região metropolitana para o atendimento do interesse público regional de forma mais eficiente. Toda a população da região seria prejudicada pela ação ilegítima da autoridade local, mesmo porque, a essa altura, os serviços em questão não podem mais ser considerados como de predominante interesse local.

A instituição de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões por uma lei complementar estadual, com a conseqüente assunção, pelo Estado, das competências para os serviços comuns, não representa restrição indevida da autonomia municipal.

O mesmo texto que confere aos Municípios competência para os serviços de interesse local é o que dispõe acerca das regiões metropolitanas, do interesse comum e do papel dos Estados nesse particular.

Desse modo, a conclusão é que se, em determinada circunstância, o saneamento básico for considerado um serviço de interesse comum ou regional, e não local, ele deverá ser prestado pelos Estados, e não pelos Municípios.

Com efeito, em grandes conglomerados urbanos, como a chamada “Grande São Paulo”, ou o “Grande Rio”, parece difícil que se possa isolar a prestação do serviço de saneamento em relação a cada Município ou, ainda que isso fosse possível, que os Municípios, isoladamente, tivessem condições de prestá-lo em todas as suas fases, de forma eficiente, e com a melhor relação qualidade e custo para o consumidor.

Portanto, a via legislativa pode definir se o saneamento apresenta-se, em cada caso, como serviço de interesse local ou comum. A lei complementar estadual que cria a região metropolitana, as aglomerações urbanas ou as microrregiões poderá especificar que serviços são considerados de interesse comum e, portanto, de titularidade do Estado, sendo-lhe legítimo fazê-lo nos termos do art. 25, § 3º, da Constituição.

Boa parte das leis complementares que criaram regiões metropolitanas no país – federais, na vigência da Carta anterior, e estaduais após outubro de 1998 –, incluíram o saneamento básico como serviço comum.

Assim foi feito, por exemplo, no caso do Estado do Rio de Janeiro, pelas seguintes normas:

(i) Lei complementar federal nº 20, de 01.07.94, que cria a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, dentre outras providências;

(ii) Lei complementar do Estado do Rio de Janeiro nº 87, de 16.12.97, que institui a Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Há, ainda, a possibilidade de distinguir o interesse local do comum, por meio da competência da União para instituir diretrizes sobre saneamento básico (art. 21, XX), para legislar sobre águas (art. 22, IV) e para dispor sobre a cooperação entre os entes federados em matéria de saneamento (art. 23, parágrafo único, e art. 241).

Com efeito, a União poderia, no exercício de suas competências, fixar um critério técnico que concretize as noções de interesse local ou comum em matéria de saneamento, aplicável de forma geral.

Segundo BARROSO (2002), a utilização de um critério técnico apresenta como vantagem a possibilidade de dar um grau de certeza jurídica à questão. Ao eleger elementos técnicos, objetivos na definição do que seja interesse local ou comum, reduz-se a discricionariedade do intérprete e eventuais disputas daí resultantes. Além disso, o parâmetro técnico poderá balizar a ação dos Estados na definição dos serviços de interesse comum das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, de modo a evitar situações teratológicas, como, por exemplo, a criação de uma região metropolitana sem a correspondência de qualquer situação real de conurbação urbana, com a conseqüente transferência ilegítima de serviços de interesse tipicamente local para a esfera de competência estadual.

Por fim, cabe explicar que não há norma específica que atribua à União competência para a prestação do serviço de saneamento básico, além da competência concorrente para promover a melhoria de suas condições, prevista no art. 23, IX. A única menção especial que pode ser aplicada à União é o disposto no art. 200, IV:

*“Art. 200. Ao sistema único de saúde compete, além de outras atribuições, nos termos da lei:*

*IV – participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico”.*

Mais que deter uma competência comum para as ações nessa área, a União deve participar, em conjunto com os demais entes, do planejamento das ações de saneamento e de sua execução, o que se poderá dar direta ou indiretamente, sob a forma de custeio e investimentos financeiros, auxílio técnico etc.

Enfim, a lógica constitucional para a distribuição de competência na matéria baseia-se no princípio da eficiência. Se o interesse for comum, a gestão pelo Estado é mais apta a obter a universalização do serviço, a qualidade e a modicidade das tarifas. No caso de tratar-se de um serviço eminentemente local, o Município terá melhores condições de realizar estes objetivos. Nada impede, entretanto, que em lugar do conflito político se faça a opção madura pela celebração de convênio, com a definição consensual dos papéis de cada um.

Na Itália, a Lei de Galli, de 1994, procurou reduzir a fragmentação dos sistemas por meio de um esforço nacional de agregação. Foi atribuída aos 20 governos regionais, a responsabilidade pela definição das agregações a serem realizadas, sendo que cada um deles deveria definir o número de “áreas territoriais ótimas” com serviço integrado na

sua região. Na região do Lácio, por exemplo, os 436 prestadores de serviços dos 377 municípios foram integrados em 5 áreas de serviço integrado. A governança dos conjuntos de municípios pode ser realizada por meio de uma nova entidade (consórcio), ou de uma simples convenção entre as partes (TUROLLA, 2006, p.31).

No Brasil, em 6 de abril de 2005, foi sancionada a Lei nº 11.107/05 que estabeleceu normas gerais para que os diferentes níveis da administração pública brasileira possam formar consórcios para a realização de objetivos de interesse comum, oferecendo uma aparente solução em termos da criação de intermunicipalidade no setor de saneamento (TUROLLA, 2006, p.46).

Os consórcios poderiam ser decorrentes de uma determinação centralizada dos governos regionais, imbuída de um espírito de planejamento integrado. A lei de consórcios brasileira, entretanto, atribui à iniciativa dos municípios a geração das agregações necessárias.

As dificuldades políticas envolvidas podem inibir a formação de arranjos eficientes e, ainda, produzir arranjos ineficientes. O consorciamento poderá se dar de forma desordenada, desvinculada dos objetivos que deveriam nortear o esforço de agregação.

A proposta é que o consorciamento deva ser compelido ou, pelo menos, fortemente incentivado em alguns casos, a fim de produzir eficiência, notadamente, nos casos onde há operação de sistemas com infra-estrutura comum.

Finalmente, é importante ressaltar que a agregação cria a possibilidade de economias de escala, mas não é suficiente, em si, para gerar a eficiência. A própria experiência brasileira com as companhias estaduais evidencia que não basta agregar para ser eficiente, uma vez que as próprias companhias estaduais são razoavelmente agregadas



em termos de escala e escopo, mas em vários casos não apresentam nível elevado de eficiência. Além de agregar, é indispensável gerar os incentivos adequados para que os prestadores de serviço efetivamente aproveitem as economias potenciais que podem ser geradas pela agregação.

#### **4.4.5 Opções para a regulação do setor de saneamento**

Desde meados da década de 1980, o Brasil via-se diante da necessidade de um forte ajuste fiscal, com a redução na capacidade de investir do Estado e um elevado custo de administração da dívida externa.

No início dos anos 1990, foram tomadas as primeiras medidas de longo prazo para resolver a questão do financiamento do setor público. A partir de 1995, o governo passa a buscar o ajuste estrutural da economia, incluindo a aceleração do processo de abertura econômica, o ajuste fiscal, a estabilidade da moeda, e um movimento de reforma institucional do Estado, em direção à construção do Estado regulador da oferta de serviços públicos e promotor de políticas sociais.

É dentro deste contexto que começa a tomar forma, no Brasil, o debate sobre a nova regulação de mercados. No exterior, o esforço em estabelecer, qualificar e reforçar instâncias de regulação setoriais é avaliado como um elemento essencial ao fortalecimento e estímulo ao desenvolvimento de mercados. Ao mesmo tempo, essencial para atrair capitais privados para investir em serviços públicos. Este movimento foi procedido por experiências de desregulamentação nos Estados Unidos e Grã-Bretanha e foi objeto de um amplo esforço por parte dos países membros da OCDE.

De fato, nas últimas duas décadas, um crescente número de países, tem optado pela adoção do modelo de agências com autonomia para a regulação dos mercados. Tal prática tem sido, inclusive, apoiada por organismos multilaterais de desenvolvimento como uma maneira de garantir a estabilidade de regras e, por consequência, atrair investidores para projetos de expansão e modernização em áreas estratégicas da economia de países emergentes.

O desafio a ser enfrentado é a busca de um modelo de gestão que preserve a autonomia dos processos decisórios técnicos que afetam o funcionamento dos mercados regulados e, ao mesmo tempo, estimule a gestão baseada em resultados e a prestação de contas nessas organizações. (FARIAS, 2004, p. 7).

A experiência tem mostrado que a propriedade pública e o controle público são coisas distintas, visto que havia sido esquecido o principal objetivo para o qual foi criada a propriedade pública: regular a economia em benefício do interesse público. (MAJONE, 2003, citado por FARIAS, 2004, p.2).

Em termos de conceitos, é importante, ainda, distinguir a diferença de significado entre Sistema de Regulação e Arcabouço Regulatório. (OLIVEIRA, 2004, p. 13). O Marco ou Arcabouço Regulatório de uma indústria de infra-estrutura é o conjunto de normas institucionais, jurídicas e econômicas que governa as transações entre as “organizações”<sup>36</sup> dessa Indústria, e que regula a forma de organização industrial, o arranjo comercial e a distribuição do valor adicionado por essa Indústria entre produtores, governo e consumidores. O Arcabouço Regulatório, assim entendido, é

---

<sup>36</sup> Por “organização” (econômica) entenda-se, de forma abrangente, um sistema delimitado por uma fronteira e formado por componentes (p.ex. diretorias, gerências, departamentos, funcionários) que interagem entre si em prol de um propósito comum (transacionar a um custo inferior ao do Mercado). Essa definição representa exatamente o conceito de enfoque sistêmico, concebido por BERTALANFFY (1973) e utilizado como base teórica desta tese.

fruto exclusivamente das Políticas e Legislações promulgadas pelo Governo. É a base sobre a qual repousa o Sistema Regulatório.

Por outro lado, o Sistema de Regulação de uma Indústria é o sistema de normas institucionais, jurídicas, econômicas e organizacionais que interage com todos os agentes envolvidos nessa Indústria que governa (restringindo e incentivando) todas as transações, e inclui as organizações. O Marco Regulatório está compreendido no Sistema de Regulação, conforme ilustrado na Figura 23.



**Figura 23 – Marco Regulatório e Sistema Regulatório.**  
Fonte: OLIVEIRA (2004).

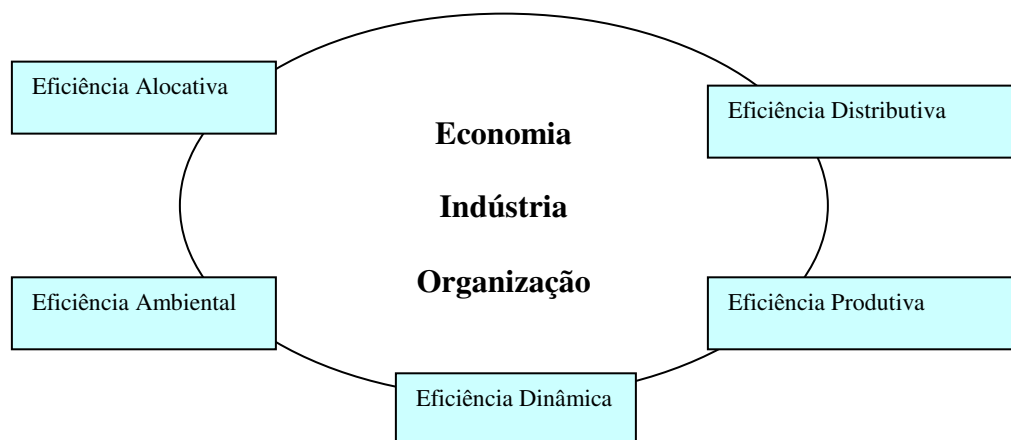
O objetivo principal do Sistema Regulatório em determinado setor econômico, é assegurar que o resultado da interação entre organizações do setor seja tal que o resultado seja benéfico para a sobrevivência e desenvolvimento desse setor. Isto implica na necessidade do resultado ser simultaneamente benéfico para a Sociedade, para o Setor e para as organizações, que nele atuam.

Ao contrário do que pode parecer, o objetivo central da regulação de atividades econômicas não é promover a concorrência como um fim em si mesmo, mas aumentar o nível de eficiência econômica dos mercados correspondentes. (POSSAS, 1997).

Muitas vezes esses objetivos são coincidentes, de tal forma que um aumento da concorrência — espontâneo ou como resultado de política — freqüentemente conduz a maior eficiência. Entretanto, o caso dos monopólios naturais, se constitui numa exceção,

visto que são caracterizados pela presença de economias de escala a tal ponto significativas em relação ao tamanho do mercado, que este comporta apenas um pequeno número de plantas de escala mínima eficiente (com custo mínimo de longo prazo); no limite, uma única.

Para uma melhor avaliação dos possíveis *trade offs* regulatórios entre concorrência e eficiência, é importante destacar o conceito de eficiência econômica. São utilizados numa análise econômica moderna cinco conceitos de eficiência, conforme representado na Figura 24: produtiva, distributiva, alocativa, dinâmica e ambiental, as quais devem ser promovidas simultaneamente. (OLIVEIRA, 2004, p. 22).



**Figura 24 – Representação Esquemática das Eficiências.**  
Fonte: OLIVEIRA (2004).

Dessa forma, o propósito do sistema de regulação é facilitar e promover o gradiente de eficiências produtiva, distributiva, alocativa, dinâmica e ambiental. (OLIVEIRA, 2004, p. 22).

A eficiência produtiva consiste na utilização, com máximo rendimento e mínimo custo, da planta produtiva instalada e respectiva tecnologia, podendo gerar dúvidas em termos de engenharia, mas com sentido econômico claro. A eficiência distributiva refere-se à

capacidade de eliminação, por meio da concorrência ou de outro dispositivo, de rendas monopolísticas ou outros ganhos temporários por parte de agentes individuais. O conceito de eficiência alocativa é o mais controvertido e o que interessa diretamente ao tema em análise.

Como citado por SOBREIRA (2000), MAS-COLLEL (1995) define com precisão o conceito de eficiência alocativa:

*An allocation that is Pareto optimal uses society's initial resources and technological possibilities efficiently in the sense that there is no alternative way to organize the production and distribution of goods that make some consumer better off without making some other consume worse off.*

A eficiência dinâmica, por sua vez, busca incentivar a incorporação de inovações tecnológicas e administrativas, de modo a continuar produzindo, ao longo do tempo, ao menor custo marginal possível. Por outro lado, a eficiência ambiental visa garantir que o uso corrente de capital e serviços naturais não compromete as gerações futuras de terem as suas necessidades atendidas<sup>37</sup>.

É importante destacar que as discussões acerca da regulação de setores de infraestrutura têm como um dos seus pontos de partida a constatação de que estes possuem características que os diferenciam acentuadamente da grande maioria dos mercados de uma economia capitalista. Tais especificidades seriam responsáveis por fazer com que o processo competitivo, que em outros mercados é considerado capaz de gerar resultados socialmente satisfatórios, passe a apresentar “falhas” ou “distorções” que exigem uma ação compensatória do Estado.

---

<sup>37</sup> Definição da *World Commission on Environment and Development*. (1987).

As atividades de saneamento, particularmente, constituem serviços públicos de caráter estrutural, essenciais ao bem-estar geral, à saúde pública e à segurança coletiva das populações, às atividades econômicas e à proteção do meio ambiente. Esses serviços devem pautar-se por princípios de universalidade no acesso, de continuidade e qualidade de serviço, de eficiência e equidade dos preços.

Trata-se, ainda, de monopólio natural de caráter local ou regional, sendo provavelmente dos mercados de serviços públicos em que esta característica é mais acentuada. Além dos atributos típicos dos monopólios naturais, os serviços de saneamento tendem a ter custos unitários de produção decrescentes com a diversificação das atividades com características similares (por exemplo, a gestão conjunta de abastecimento de água com coleta e tratamento de esgotos), devido às sinergias em recursos humanos, equipamentos e instalações.

Caracterizam-se, também, por serem atividades onde os ativos são de valor muito elevado, constituindo um setor de capital intensivo marcante. São em geral ativos de longa duração, construídos para períodos de vida de muitas décadas, concebidos para situações de ponta, originando, portanto, capacidade ociosa que não é utilizada durante boa parte do tempo.

As infra-estruturas apresentam elevada imobilização, por serem dedicadas a um objetivo específico e, conseqüentemente, são de difícil venda ou transferência, pelo que os respectivos investimentos podem se considerados irrecuperáveis. Por último, apresentam ainda uma elevada relação entre o valor dos ativos e as receitas e uma baixa elasticidade procura-preço, por se tratar de serviços estruturais de primeira necessidade.

Em termos práticos, só é viável a existência de um único operador em cada área geográfica servida, constituindo-se, dessa forma, um monopólio, e o usuário não pode conseqüentemente escolher o operador que deseja nem a relação preço-qualidade que considera mais conveniente.

Um sistema regulatório deve, portanto, procurar compensar as falhas ou distorções do mercado que impedem ou dificultam os objetivos de eficiência descritos anteriormente. Nesse sentido, dever ser consideradas as características e necessidades específicas de cada mercado, criando um sistema de governança capaz de viabilizar o alcance desses objetivos.

Dentro desse contexto, a regulação compreende o mecanismo que procura reproduzir, num mercado de monopólio natural, os resultados de eficiência que se tenderiam a obter naturalmente num mercado competitivo. A regulação cria, assim, como que um “mercado de competição virtual”, induzindo o operador a agir em função do interesse público sem pôr em risco a sua viabilidade.

Ela surge a partir da transformação do papel do Estado: em lugar de protagonista na execução dos serviços, suas funções passam a ser as de planejamento, regulação e fiscalização. É nesse contexto que surgem, como personagens fundamentais, as agências reguladoras.

As agências reguladoras são autarquias especiais, que desempenham funções executivo-administrativas, normativas e decisórias, dentro de um espaço de competências disposto em lei, cujos limites ainda não estão plenamente definidos. No exercício de suas atribuições, cabem às agências encargos de grande relevância, como zelar pelo cumprimento dos contratos de concessão, fomentar a competitividade, induzir à

universalização dos serviços, definir políticas tarifárias e arbitrar conflitos entre o poder concedente, os concessionários e os usuários.

Entretanto, as funções transferidas para as agências reguladoras não são novas: o Estado sempre teve o encargo de zelar pela boa prestação dos serviços públicos. (MOREIRA NETO, 2003, p. 31). Ocorre que, quando os serviços públicos eram prestados diretamente pelo próprio Estado ou indiretamente por pessoas jurídicas por ele controladas — como as sociedades de economia mista e as empresas públicas —, estas funções não tinham visibilidade e, a rigor, não eram suficientemente desempenhadas. A separação mais nítida entre o setor público e o setor privado revigora esse papel fiscalizador. Contudo, deve ser destacado que a regulação é essencial tanto para as concessões sob responsabilidade do setor público — estadual ou municipal — quanto para aquelas sob responsabilidade da iniciativa privada.

Naturalmente, o desempenho de tarefas dessa natureza e significado exigem que as agências sejam dotadas de autonomia político-administrativa — referente à investidura e permanência de seus diretores nos cargos — e autonomia econômico-financeira, materializada na arrecadação de recursos próprios suficientes. Nessa linha, as leis instituidoras têm introduzido mecanismos destinados a preservá-las de ingerências externas inadequadas, tanto por parte dos interesses privados quanto pelos próprios órgãos e entidades estatais.

Entretanto, como destaca BARROSO (2005, p.18), a demarcação do espaço institucional de atuação das agências reguladoras enfrenta vários conflitos. De um lado, a tradição de ingerência do Poder Executivo. De outro, a desconfiança que nos últimos anos se desenvolveu no Brasil em relação ao abuso no exercício de competências normativas delegadas. E, por fim, há ainda o avanço do ativismo judicial em relação ao



mérito das decisões administrativas, em função do processo de consolidação da democratização do país.

Dentro desse contexto, a regulação mostrou-se em pouco tempo, um modelo administrativo que se tornou sinônimo de democratização, de modernização e de eficiência econômica, confirmando que a boa regulação é uma ferramenta de indução da eficiência, que deve ser aplicada indistintamente ao prestador público e ao privado.

Restam, entretanto, muitos aspectos a serem aperfeiçoados, entre os quais sobressai a necessidade de desenvolvimento de mecanismos adequados contra os riscos de “captação” do órgão regulador, que prejudica a sua imparcialidade, seja atraído pelos agentes dos setores regulados, seja pelo Poder Político e, até mesmo, pela pressão da mídia, um risco a que estão sempre vulneráveis, principalmente nos países em desenvolvimento, porque sua cultura e suas instituições político-administrativas são insuficientemente controladas.

No setor de saneamento, apesar da Lei de Concessões de 1995 e dos incentivos do Governo Federal para as concessões privadas, nenhuma agência reguladora foi criada com esse propósito. A criação de agência está associada à possibilidade de delegação dessa responsabilidade. Essa delegação pressupõe que o Estado ou a União deve estabelecer estruturas de regulação econômica capazes de assumir essa tarefa. A Agência Nacional de Águas (ANA) poderia ser candidata a centralizar essa função, em uma espécie de subcontratação pelos poderes concedentes. Entretanto, essa agência não é voltada para saneamento, mas sim para o sistema de recursos hídricos, envolvendo interesses conflitantes, o que possivelmente justificaria a criação de uma estrutura separada no âmbito federal e nos Estados para assumir as funções regulatórias. A vantagem de a ANA assumir essa função, no âmbito federal, seria a possibilidade de

contemporizar a questão do conflito de titularidade entre Estado e municípios e de utilizar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento para as ações de saneamento.

Entretanto, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro, foram promulgadas leis estaduais para concessão de serviços públicos e para criação de um órgão regulador de serviços públicos, incluindo os serviços de saneamento.

A Lei Estadual nº 2.831, de 13 de novembro de 1997, estabeleceu as condições para concessão de serviços e obras públicas e permissão de prestação de serviços públicos previstos no Art. 70 da Constituição Estadual, com definições e obrigações, na mesma forma da legislação federal.

Por outro lado, a Lei Complementar nº 87, de 16 de dezembro de 1997, definiu a criação da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e da microrregião dos Lagos, sua composição, organização e gestão, definindo as funções públicas e serviços de interesse comum. Em seu Art. 3º, considera de interesse metropolitano ou comum, as funções públicas e os serviços que atendam a mais de um município, bem como os serviços supramunicipais, notadamente o **saneamento básico** (grifo nosso).

Ainda, a Lei Nº 2.869, de 18 de dezembro de 1997, estabeleceu o ordenamento para o regime de prestação do serviço público de saneamento básico no Estado do Rio de Janeiro, e nos seus Art. 11 e 12, estabeleceu que os critérios de regulação do serviço público de saneamento no Estado do Rio de Janeiro seriam definidos pela Agência Reguladora de Serviços Públicos Concedidos do Estado do Rio de Janeiro (ASEP), criada pela Lei Nº 2.686, de 14 de fevereiro de 1997. Atualmente, com a Lei Nº 455, de

23 de junho de 2005, essa função foi transferida para a Agência de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro. (AGENERSA).

Dentro desse contexto, foram realizadas em 1997 e 1998 pela Agência Reguladora de Serviços Públicos Concedidos do Estado do Rio de Janeiro (ASEP), em articulação com todos os municípios envolvidos, a concessão dos serviços de saneamento da Região dos Lagos, para duas concessionárias: a PROLAGOS, que atende aos municípios de Iguaba Grande, São Pedro de Aldeia, Cabo Frio, Arraial do Cabo e Búzios e, a ÁGUAS DE JUTURNAÍBA, que atende aos municípios de Araruama, Saquarema e Silva Jardim. As referidas concessões foram realizadas a partir da premissa de titularidade compartilhada entre Estados e municípios e com a divisão da outorga e multas igualmente entre Estado e municípios. Os 50% destinados aos municípios são distribuídos de forma proporcional à população de cada um.

A atuação da AGENERSA, no setor de saneamento, pode ser considerada uma experiência bem sucedida, em face dos resultados obtidos na implantação dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, tendo conseguido, inclusive, antecipação de investimentos em tratamento de esgotos. A destacar, seu desempenho na mediação dos conflitos entre os municípios e o Governo do Estado do Rio de Janeiro, bem como, na manutenção do equilíbrio financeiro dos contratos de concessão e da modicidade tarifária. Portanto, a AGENERSA tem sido competente para proteger o usuário de práticas abusivas e monopolistas e para exigir a expansão e modernização dos serviços, o que a habilita para exercer o papel de ente regulador, em outras regiões geográficas do Estado do Rio de Janeiro.

Também, nos últimos anos, algumas concessões para a iniciativa privada foram realizadas, tendo o município como Poder Concedente. No caso de Niterói,

historicamente, a concessão tinha sido repassada pelo Município, por 20 anos, em 1972, à Companhia de Saneamento do Estado do Rio de Janeiro (SANERJ), sucedida pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), concessão essa que foi aditivada sete vezes. A promulgação da Lei 8.987/95 dificultou novos aditamentos ao contrato de concessão de 1972 e, permitiu à Prefeitura licitar, em outubro de 1997, uma nova concessão à iniciativa privada, por 30 anos.

A empresa Águas de Niterói, uma Sociedade de Propósito Específico (SPE), formada a partir de um consórcio de quatro empresas do setor de construção civil – Queiroz Galvão, Carioca Engenharia, Cowan e Trana – e a Developer foi a vencedora. A discussão judicial durou dois anos e a sentença concluiu que a concessão constituiu-se em “ato perfeito e acabado”, tendo em vista que a lei complementar N° 87, de 16 de dezembro de 1997 era posterior à realização da licitação do município de Niterói, tendo Águas de Niterói assumido, efetivamente, os serviços de saneamento, em novembro de 1999.

O mesmo grupo de empresas administra a concessão dos serviços de saneamento dos municípios de Petrópolis e Campos, por meio de Águas do Imperador<sup>38</sup> e Águas do Paraíba<sup>39</sup>, respectivamente. Cabe salientar que a concessão de Petrópolis era municipal e de Campos estava cedida à CEDAE e foi repassada à iniciativa privada pelo Município, apesar das discussões judiciais que deram ganho de causa ao Município, visto que Campos não se encontra nas regiões previstas pela lei complementar N° 87/97.

---

<sup>38</sup> Águas do Imperador assumiu a concessão dos serviços de saneamento de Petrópolis, em janeiro de 1998.

<sup>39</sup> Águas do Paraíba assumiu a concessão dos serviços de saneamento de Campos, em setembro de 1999.

Cabe apontar que, as concessões municipais não estão submetidas a quaisquer mecanismos de regulação, nos moldes do modelo defendido nesta tese. A ênfase das concessões municipais está direcionada para a supervisão e a garantia da execução dos contratos, tarefas de competência do Tribunal de Contas.

## 4.5. FINANCIAMENTO

### 4.5.1 Alternativas de financiamento de longo prazo

O componente financiamento compreende o conjunto de dispositivos que possam garantir os recursos necessários para financiar os investimentos, custos e remuneração do setor de saneamento da bacia da Baía de Guanabara.

Uma maior participação da iniciativa privada na execução e no financiamento de investimentos de infra-estrutura de saneamento, como proposto neste estudo, potencializa a importância das questões relativas à forma de financiamento dos empreendimentos, com atenção à redução de incerteza e mitigação dos riscos, requerendo a implementação de mecanismos e instrumentos voltados para esse objetivo.

Nesse contexto, cresce a importância do desenvolvimento e implementação de modelos inovadores que recepcionem o setor privado na oferta desses serviços, o que realça o conceito e as metodologias relativas às parcerias público-privadas (PPP), ainda não exploradas devidamente no Brasil, em face do estabelecimento recente do marco legal apropriado.

As inovações financeiras que se apresentaram nos últimos anos abriram a perspectiva de um arranjo financeiro específico, viabilizador dos investimentos privados em infra-estrutura — o *project finance*. Os riscos passam a estar associados à concessão, estando diluídos e qualificados. Neste modelo, é criada uma companhia só para aquele projeto. O novo esquema envolve, ainda, um conjunto de investidores, demandando, em contrapartida, uma montagem complexa.

Nessa modalidade de financiamento, o fluxo de caixa do projeto assume o papel de avalista primário, capaz de atender a eminente demanda por compartilhamento de risco e que, simultaneamente, estimula uma maior participação de investidores privados.

Recentemente, os organismos multilaterais de financiamento passaram a privilegiar a concessão de crédito diretamente aos projetos e não mais por intermédio dos governos. Sem dúvida, a participação direta e até mesmo o envolvimento indireto das Agências Multilaterais são fatores importantes na viabilização econômica, financeira e tecnológica dos projetos de infra-estrutura de saneamento em países em desenvolvimento, inclusive no Brasil.

Destacam-se as seguintes agências: Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), Kreditanstalt für Wiederaufbau (KFW), banco alemão de fomento que financia projetos ligados ao meio ambiente, Japan Bank for International Cooperation (JBIC), dentre outras.

No Brasil, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), na década de 1990, cumpre seu papel fomentador do desenvolvimento econômico social, viabilizando as primeiras operações de *project finance* no Brasil: a concessão de manutenção e operação da Rodovia Presidente Dutra, da Ponte Rio-Niterói e da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa. Atualmente, O BNDES e a Caixa Econômica Federal vêm utilizando fortemente a modalidade de *project finance* para apoiar o processo de desestatização do setor de saneamento.

#### **4.5.2 O *project finance* como alternativa de financiamento para saneamento.**

O *project finance*, *project oriented finance* ou *project financing* é um conceito originário da língua inglesa, mas que não significa simplesmente “financiamento de projeto”. De acordo com Azeredo (1999), o *project finance* consiste em uma modalidade específica de financiamento de projeto, dentre uma ampla gama de alternativas disponíveis, tais como a utilização de recursos próprios, empréstimos corporativos diretos, emissão de títulos com garantias corporativas ou instrumentos mais elaborados como securitização<sup>40</sup> de recebíveis.

A trajetória do financiamento baseado no fluxo de caixa do projeto inicia-se com os grandes empreendimentos relatados pela história mundial. A lógica não é nova, portanto, o que é realmente inovador são os arranjos financeiros e as sofisticadas opções de mitigação de risco oferecidas pelo mercado.

Esse modelo de engenharia financeira vem crescendo nos últimos vinte anos nos EUA e nos países da Comunidade Européia, consolidando técnicas calçadas em seus sistemas legais e culturais. Desta forma, predominam nesse modelo de financiamento, os instrumentos jurídicos e contábeis de origem anglo-saxônica. No Brasil, os primeiros projetos foram estruturados por profissionais estrangeiros e/ou treinados no exterior, reproduzindo as técnicas e os jargões de origem, apesar da legislação brasileira, de origem romana, não facilitar a implementação dessa sofisticada forma de financiamento.

---

<sup>40</sup> Securitização – Operação que significa trocar uma dívida por outra. Consiste na emissão de títulos em valor correspondente ao da dívida que está para vencer. Esses papéis são lançados no mercado e quem os compra terá a garantia de receber em longo ou médio prazo seu dinheiro de volta com uma taxa de juros vantajosa. ([www.economistas.pop.com.br/economia\\_glossario.htm](http://www.economistas.pop.com.br/economia_glossario.htm)).



O *project finance* não é apenas uma evolução na forma de financiar projetos. É na verdade, um instrumento do novo capitalismo, no qual o capital pode escolher, com muita precisão, a parcela de risco e o correspondente retorno que deseja assumir.

Num projeto, existem vários tipos de risco. Uns são políticos, outros de engenharia e outros de dificuldades de operacionalidade. Entretanto, apesar dos riscos, sempre existe disponibilidade de vários tipos de capital para assumi-los por uma remuneração compensadora. São eles agências multilaterais, bancos de fomento, seguradores, fundos de pensão, instituições financeiras privadas, empresários e especialmente investidores financeiros. Portanto, para cada tipo de risco há sempre alguém disposto a assumi-lo, desde que o conheça, possa avaliá-lo com precisão e seja remunerado adequadamente.

Outro diferenciador do *project finance* é a forma utilizada para analisar e aprovar o crédito. Esta foi uma contribuição ao sistema financeiro que, tradicionalmente, financiava empreendimentos com base em garantias reais e *performances* financeiras anteriores. Hoje, o que importa é a capacidade de geração de resultados do empreendimento, exigindo-se até mesmo a criação de uma nova empresa, as chamadas Sociedades de Propósito Específico (SPE), que são criadas, primordialmente, com o intuito de separar os resultados obtidos anteriormente, para que não haja contaminação do passado.

No Brasil, vários empreendimentos financeiros vêm sendo implementados, utilizando-se a estrutura de *project finance*. Contudo, poucos são os casos de *project finance* em sua forma pura, com base exclusivamente nos recebíveis, com compartilhamento claro de riscos entre o patrocinador, o adquirente da produção, o escritório de engenharia e o construtor, os bancos financiadores e, por fim, os investidores.

O *project finance* é, acima de tudo, uma técnica de estruturação contratual que quebra ou segmenta os diversos padrões de risco-retorno de um empreendimento entre seus participantes, possibilitando um financiamento com base nos recebíveis, motivo pelo qual é necessário levantar, no mínimo, duas informações de importância similar ao fluxo de caixa. (BONOMI & MALVESI, 2004, p. 21).

- i. Se os riscos estão sendo propriamente identificados e mensurados para que possam ser mitigados ou, se for o caso, conscientemente assumidos por um ou mais dos participantes do empreendimento, em troca de uma remuneração adequada do risco assumido;
- ii. Se cada participante está sendo remunerado dentro de suas expectativas, sendo necessária a projeção das demonstrações financeiras e os respectivos resultados econômicos.

Portanto, a estruturação de um *project finance* é tarefa complexa, dispendiosa, que demanda tempo e o concurso de vários tipos de participantes, que devem assumir parcelas de risco do empreendimento: os construtores assumem os riscos de engenharia; os fornecedores, dos equipamentos e os acionistas geralmente assumem o risco da administração e da operação do empreendimento.

Em um *project finance*, cada tipo de risco precisa ter uma definição clara e precisa. Considerados os inúmeros mecanismos de mitigação de risco, materializados na forma de contratos, pode concluir que o empreendimento necessita dispor de um nível de resultados suficiente para suportar esses encargos, estabelecendo-se, dessa forma, uma premissa decorrente: empreendimentos de pequeno porte não são adequados para essa estruturação financeira, pois não possuem massa crítica suficiente para absorver todos os dispêndios.

No Brasil, têm sido quase inexistentes os *project finances* inferiores a US\$ 100 milhões, pois, além dos custos de estruturação e mitigação dos riscos, existe outra restrição: o custo fixo mínimo (*fee*) que os bancos cobram para distribuir os títulos oriundos da sempre presente securitização dos recebíveis, sejam debêntures, certificados de termo de energia, *bonds*<sup>41</sup>, ou mesmo emissões de ações (Oferta Inicial Pública de Ações). Como a comissão de colocação cobrada pelos agentes financeiros é sempre calculada sobre o montante de emissão, eles não se sentem atraídos a fazê-lo para pequenos montantes e então fixam taxas de colocação que, praticamente, inviabilizam a emissão, e conseqüentemente o *project finance* como forma de financiamento de pequenos empreendimentos.

É desejável que os projetos a serem financiados na modalidade *project finance* tenham as seguintes características, que coincidem com as dos setores de infra-estrutura:

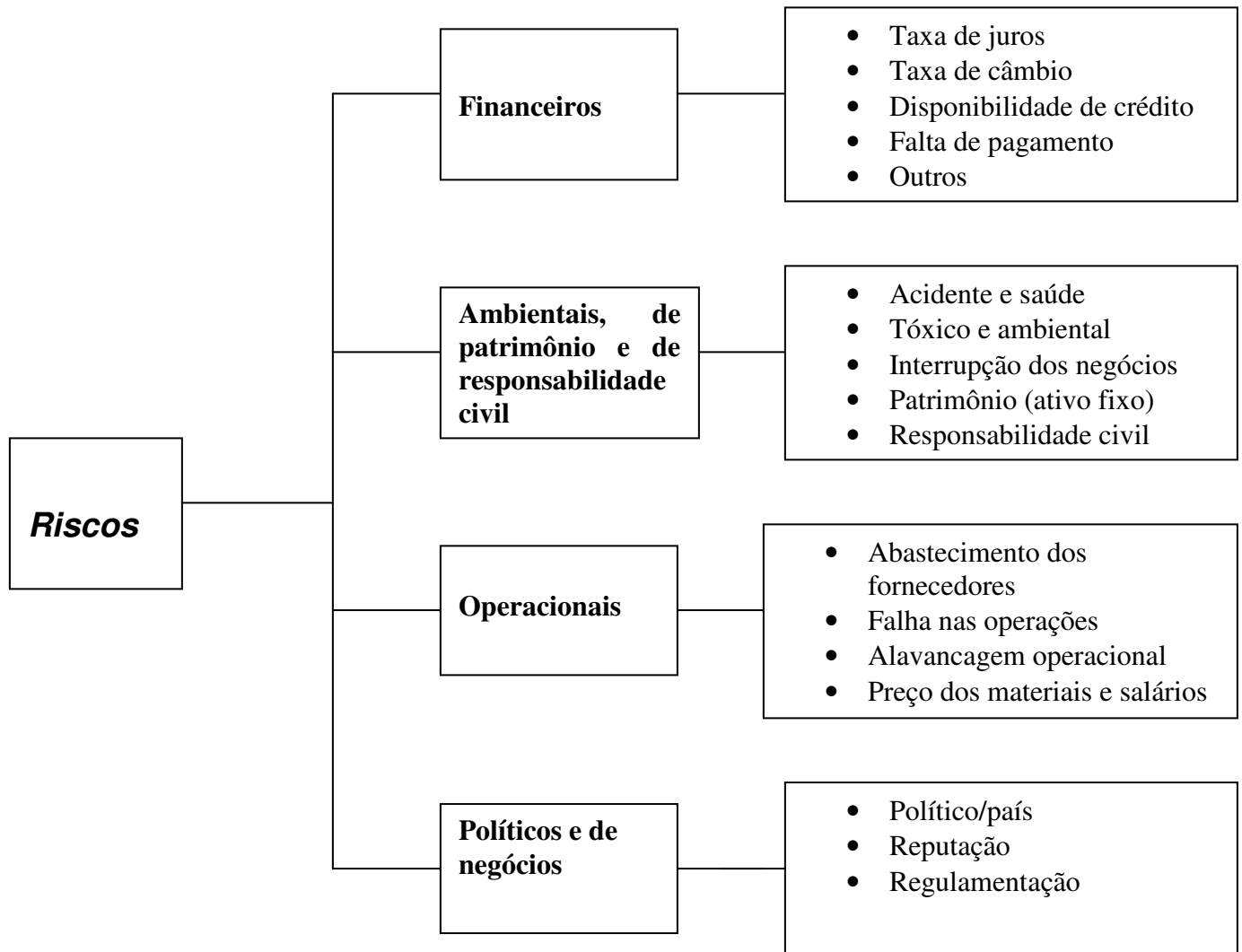
- i. Existência de uma Sociedade de Propósito Específico, ou seja, um investimento econômico separado;
- ii. Porte elevado de investimento, exigindo um alto grau de alavancagem por parte dos acionistas, caso seja financiado por meio de financiamento corporativo;
- iii. Previsibilidade sobre o fluxo de caixa e a taxa de retorno, como no caso dos setores com características de monopólio natural, reduzindo assim o risco mercadológico do serviço ou produto ofertado;
- iv. Segregação e alocação de riscos entre os participantes; e
- v. Possibilidade de os credores (e/ou interessados) poderem tomar medidas efetivas para trazerem a si a execução ou operação do projeto em caso de necessidade.

---

<sup>41</sup> *bonds* – ações, apólices, obrigações, títulos. ( [www.bb.com.br/portal/online/dwn/vocabulario.doc](http://www.bb.com.br/portal/online/dwn/vocabulario.doc)).

Conforme já apontado, é importante para a implementação de um *project finance* conhecer e dimensionar os riscos do empreendimento e, com base nisso, procurar meios para estabelecer instrumentos eficazes para mitigá-los.

Uma forma usual de classificar os riscos os riscos é estruturá-los, conforme mostrado, na Figura 25, a seguir.



**Figura 25 – Quadro de Riscos de um Empreendimento.**  
Fonte: BONOMI & MALVESI (2004).

Outra forma para classificação dos riscos é a tipificação adaptada por BONOMI & MALVESSI (2004) ao *project finance*, dividindo-os conforme a capacidade de mitigá-los.

*i. Riscos estratégicos com coberturas contratuais*

São os que podem ser mitigados por meio da revisão de prioridades estratégicas ou por meio de cuidados especiais na forma jurídica de sua contratação.

*ii. Riscos seguráveis*

São os passíveis de serem mitigados por meio de cobertura de uma apólice de seguro, tais como as *Performances Bonds*<sup>42</sup>, que se destinam a dar cobertura aos riscos de engenharia, os seguros de lucro cessante, os seguros de risco político e outros semelhantes.

*iii. Riscos com cobertura por derivativos*

São os riscos que podem ser mitigados por meio de instrumentos financeiros chamados derivativos. São derivativos porque seu valor deriva (no sentido de ter origem) de outro ativo, não possuindo referência própria, como o caso dos *hedges* cambiais, ou de taxas de juros, ou de mercadorias como soja, café, ouro e outras.

Os produtos financeiros mitigam os riscos de duas formas: pelos contratos de antecipação ou de termo e pelos contratos de opção.

Contratos de antecipação, ou de termo, são aqueles em que o titular do contrato fixa o preço que irá pagar em determinada data futura. Os mais comuns são de *hedge* cambial,

---

<sup>42</sup> *Performance bonds* – garantia de cumprimento de contrato de fornecimento de bens ou prestação de serviço. ([www.auditoriainterna.com.br/glossario.htm](http://www.auditoriainterna.com.br/glossario.htm)).

em que se dá cobertura á variação cambial e de juros, e os *swaps*, que permitem fixar a remuneração de títulos de renda variável.

Contratos de opção são contratos especiais, que dão direito ao titular de comprar ou vender um ativo a um preço pré-determinado, em data definida.

Cabe ainda destacar que mais que conhecer e mitigar os riscos, é importante mensurar suas transformações ao longo das negociações e o impacto que causam na rentabilidade, de modo a identificar se os instrumentos de mitigação selecionados foram adequados.

Entretanto, como os empreendimentos com estrutura *project finance* são analisados exaustivamente, sob vários tipos de enfoque, suas probabilidades de insucesso são mais remotas do que qualquer outro empreendimento não beneficiado por uma estrutura *project finance*.

#### **4.5.3 Aspectos legais do *project finance* no Brasil**

O *project finance* surgiu no Brasil, nos anos 1990, após as concessões dos serviços de infra-estrutura, como forma de financiamento que permitisse a mitigação de, pelo menos, parte do risco do negócio. No *project finance*, os credores repartem o risco do negócio com os devedores, sendo essa divisão de riscos importante para as empresas privadas, pois com a contratação de financiamentos por meio da estrutura de *project finance*, seus balanços patrimoniais não são onerados por esse endividamento, e cada participante tem a oportunidade de escolher a parcela de risco que lhe é mais adequada.

Por conta do pagamento das obrigações financeiras oriundas do financiamento a ser realizado com os recursos gerados pelo próprio empreendimento, um dos aspectos mais importantes do *project finance* é a análise de sua capacidade de geração de recursos. Ela

deve, além de ser suficiente para pagar os custos e o principal do financiamento, justificar o risco-retorno assumido pelos acionistas da sociedade financiada, ou seja, o acionista deve buscar, além da capacidade de geração de recursos e da amortização das obrigações, a criação de valor do empreendimento, que é seu efetivo ganho.

Ainda, como as operações de *project finance* são operações de longo prazo, existe a dificuldade, de previsão pelas partes, de todas as variáveis de riscos possíveis e sua formalização quando da redação dos contratos referentes ao empreendimento. Além disso, por conta do prazo das operações, as naturais trocas de governo que ocorrem, também, causam preocupação às partes, especialmente aos investidores estrangeiros.

Outras dificuldades podem ser citadas:

- A falta de legislação específica sobre *project finance*;
- A variação cambial;
- O risco Brasil, que acaba sendo um obstáculo à captação de recursos no exterior;
- O fato de o Brasil ser um país em desenvolvimento, com um quadro econômico frágil e suscetível a turbulências;
- A dificuldade de previsão de todos os eventos possíveis; e
- Possíveis alterações legislativas, que dificultam a criação de contratos de longo prazo.

No Brasil, os credores e demais participantes preocupam-se com a falta de legislação específica relacionada a esse tipo de estrutura financeira e, por que não dizer, com o risco que esses credores entendem existir pelo fato de estarem financiando sociedades detentoras de concessões prestadas pelo Estado.

As operações de *project finance*, assim como, todas as operações financeiras estruturadas apresentam uma série de questões jurídicas importantes que surgem com a concepção do empreendimento e perduram por toda a fase de negociação dos contratos.

Esses contratos são extremamente relevantes para as operações de *project finance*, pois, além de suas funções básicas de formalizar os acordos entre as partes envolvidas nas operações, regulando seus direitos e obrigações, ainda agem como aglutinadores das associações e parcerias, oriundas da estruturação das operações. Possuem também função relevante de mitigadores dos vários tipos de riscos inerentes ao empreendimento, especialmente os de longo prazo, tão comumente encontrados no *project finance*.

Por outro lado, a relação dos concessionários com o poder público assume vital importância, visto que, muitos dos empreendimentos financiados pela estrutura de *project finance* referem-se a concessões públicas. Essa relação entre o concessionário e o poder concedente é formalizada pelos contratos de concessão, os quais regem, em conjunto com as leis brasileiras, os direitos e as obrigações das partes em cada concessão.

A preservação dos direitos do concessionário (ente privado) oriundos de uma relação de concessão de serviço público é uma das grandes preocupações das empresas interessadas em particular, não só da concessão propriamente dita, como também dos órgãos que o financiarão.

Também, as operações de *project finance* são estruturadas para prover recursos a determinados empreendimentos mediante empréstimos, emissão de debêntures, notas promissórias, securitização de recebíveis, emissão de *bonds, medium e long term notes*,



*credit facilities*, *bridge loans*, bem como outras formas de acesso ao mercado de capitais, local e internacional *Initial Public Offering* (IPO).

Costumeiramente, operações de *project finance* combinam pelo menos duas formas de obtenção de recursos. Uma delas certamente é a contribuição de capital próprio (*equity*) por exigência dos credores como justificativa para criar margens de garantias e demonstrar a confiabilidade dos acionistas e *sponsors* no empreendimento. No Brasil, a contribuição de capital pelos acionistas quase nunca é inferior a 20%, mas raramente superior a 40% do montante total demandado pelo empreendimento.

Outra característica relevante das operações de *project finance* são as sociedades de propósito específico (SPE), que delimitam com precisão o objeto do empreendimento, isolando o risco e o retorno de outras atividades dos *sponsors*, compartimentando com muita precisão o risco do investimento, de forma que os investidores, financiadores e demais participantes tenham a total dimensão e transparência da operação.

As SPEs são constituídas normalmente sob a forma de sociedades anônimas (S.A.) e, excepcionalmente, sob a forma de sociedade por quotas de responsabilidade limitada (Ltda).

Nas S.A. cada acionista é responsável, em caso de insolvência da sociedade, pelo valor do capital social por ele subscrito e não integralizado. Apesar do maior custo de manutenção das S.A., opta-se costumeiramente por esse tipo de sociedade por conta da facilidade de acesso ao mercado de capitais, que aumenta o leque de alternativas para a captação de recursos. Com efeito, além de terem que dar publicidade de seus resultados financeiros, e por isso, serem mais “transparentes” ao mercado, possibilitam o melhor

compartilhamento dos riscos de capital entre os acionistas em comparação com os quotistas das sociedades limitadas.

Ainda, cabe apontar que, em relação às garantias concedidas, as estruturas de *project finance* podem ser classificadas nas seguintes categorias: *non-recourse*, *full recourse* e *limited recourse*.

O pagamento do financiamento baseado unicamente nos recursos gerados pelo empreendimento, ou seja, tendo como garantia unicamente o fluxo de recursos do empreendimento, caracteriza a estrutura de *project finance* chamada de *non-recourse*, que não permite aos credores acessar o patrimônio dos acionistas e/ou dos *sponsors* do empreendimento. São muito raros no Brasil, casos de *project finance non-recourse*. De alguma forma, o credor sempre obtém algum tipo de garantia dos acionistas e/ou dos *sponsors* da sociedade devedora.

No caso do *limited recourse*, os credores contam com um *mix* de garantias, formado pelos recursos gerados pelo empreendimento, e por outras convencionais, cedidas pelos *sponsors* e acionistas, tais como: caução de ações, hipoteca, *letter of credit*, *cash collateral* etc., que permanecem válidas por parte do período do financiamento e que, em conjunto, garantem as obrigações do tomador dos recursos.

Os acionistas podem assumir obrigações de fazer determinados atos para garantir o cumprimento das obrigações financeiras, tais como a de capitalizar a empresa do empreendimento em determinadas circunstâncias.

Entretanto, no caso do *full-recourse*, os credores contam, além dos recursos gerados pelo empreendimento, com garantias convencionais concedidas pelos acionistas e/ou

*sponsors* do empreendimento que cobrem a totalidade das obrigações do tomador dos recursos.

A estrutura de *non-recourse* é muito incomum, enquanto que, a estrutura com característica de *limited recourse* é a mais encontrada em operações de *project finance* no Brasil.

#### **4.5.4 Vantagens e desvantagens do *project finance***

As vantagens e desvantagens proporcionadas pela utilização do *project finance* como mecanismo de financiamento já foram de alguma forma mencionadas anteriormente, cabendo apenas uma descrição mais detalhada de cada uma delas.

Essa modalidade de financiamento proporciona uma significativa alavancagem financeira para os acionistas, possibilitando que eles participem de diversos projetos, comprometendo um reduzido volume de capital, possibilitando a diversificação de sua carteira de projetos e o aumento do retorno sobre o capital investido, desde que o custo da dívida (líquido do impacto do imposto de renda) seja inferior ao retorno do projeto sem dívida. A dívida pode vir a participar em até 100% dos recursos necessários para o investimento (apesar de que os níveis normalmente praticados variam de 60 a 80% do projeto, dependendo da capacidade financeira e dos riscos do mesmo). Portanto, as vantagens para o acionista também se convertem em vantagens para o Governo, na medida em que o *project finance* se constitui numa forma de alavancar investimentos em áreas onde os altos montantes envolvidos, os diversos riscos e o longo prazo de maturação são fatores limitadores para que a iniciativa privada comprometa seu capital (AZEREDO, 1999, p. 77).

Muitos autores argumentam que uma das principais vantagens do *project finance* é a obtenção de financiamento “fora do balanço” (*off balance sheet*), evitando uma possível contaminação entre os balanços dos acionistas e o da SPE. A segregação proporciona aos credores uma maior transparência em relação à capacidade financeira da SPE, justamente por terem abdicado da carteira de ativos, bem como do fluxo de caixa de outros negócios dos acionistas. Já os acionistas, principalmente os que têm as suas ações negociadas em bolsa de valores, vislumbram, com essa modalidade de financiamento, reduzir os indicadores de endividamento.

A segregação dos riscos e, conseqüentemente, de recursos entre os participantes, torna essa estrutura de financiamento mais atrativa para os setores intensivos em capital, como o de infra-estrutura.

Segundo FINNERTY (1999, p. 23), o processo de avaliação e análise pelo qual o projeto passa, reduz sensivelmente a assimetria de informações, podendo refletir positivamente numa redução dos custos de financiamento.

A segregação de risco e a maior previsibilidade em relação ao retorno do projeto atraem os diversos investidores, devido às taxas de remuneração do capital compatíveis com as praticadas pelo mercado.

O grande benefício da disseminação desta modalidade de financiamento diz respeito à substituição de garantias usuais pelas de desempenho. Ou seja, essas garantias permitem uma maior flexibilidade a acionistas e credores.

Em relação aos acionistas, a principal vantagem se constitui na possibilidade de utilizar os ativos e os resultados do projeto, ao invés de oferecer os seus ativos como garantia.

Apesar da participação de um número maior de agentes se constituir numa vantagem ao diluir os riscos entre eles, a tentativa de compatibilizar os diferentes interesses dos agentes envolvidos pode se tornar uma desvantagem, devido à complexa estrutura contratual necessária nesse tipo de operação. Geralmente, esse tipo de estrutura consome mais tempo, se comparado com outras modalidades de financiamento.

A maior complexidade dessa estrutura também eleva os custos de transação, em razão das despesas legais envolvidas na elaboração do projeto, pesquisa e gerenciamento de informações e questões fiscais, preparação de documentação e o grande investimento de tempo de gerência. Quanto mais desconhecido o cenário do projeto, maior será o tempo de pesquisa e busca por instrumentos de mitigação.

Cabe ressaltar que, ao utilizar o *project finance*, o acionista está também se comprometendo a relatar todas as suas decisões e atos administrativos e financeiros aos financiadores, por meio de relatórios regulares: de investimentos físicos, operacionais e situação contábil e financeira. Essa abertura de informações, somada ao fato de todos os contratos relacionados ao projeto constituírem parte das garantias fornecidas aos credores, garantindo a estes, portanto, o poder de intervenção em muitas das decisões a serem tomadas, pode ser considerado como mais uma desvantagem na medida em que restringe o poder de decisão do acionista sobre o projeto (AZEREDO, 1999, p. 78).

Concluindo, a análise das vantagens e dificuldades de se implementar o *project finance* é o primeiro passo para a decisão de adotar ou não essa modalidade. O conhecimento do contexto macroeconômico, político, regulatório e legal do país onde o projeto será instalado, também é relevante para essa análise. A implementação do *project finance* exige um ambiente macroeconômico e legal estável, que permita um nível aceitável de previsibilidade da geração de caixa do projeto, assim como do comportamento dos

agentes envolvidos e da validade jurídica dos contratos firmados. Este é um dos principais desafios para a implementação dessa modalidade de financiamento em mercados emergentes. (AZEREDO, 1999, p. 80). Não é por acaso que os primeiros financiamentos a utilizarem a estrutura de *project finance* são posteriores a dois marcos importantes: o programa de estabilidade econômica, iniciado a partir da implantação do Plano Real, e a desregulamentação da economia brasileira com o Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) e, posteriormente, com a Lei das Concessões.

#### **4.5.5 O *project finance* e as parcerias público-privadas**

As parcerias entre o setor público e o privado têm várias formas e têm sido comuns nos investimentos econômicos e sociais na história do Brasil.

Em dezembro de 2004, foi aprovada a Lei nº 11.079/04, que instituiu normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada, no âmbito da administração pública. Essa modalidade de engenharia financeira tem, por característica genérica, a contratação de obra ou serviço pelo setor público ao setor privado, com alocação de receita pública para garantir os investimentos e a remuneração do empreendimento.

As Parcerias Público-Privadas (PPP) têm aplicação garantida em pequenos projetos, descentralizados e de âmbito local, especialmente os que despertam mobilização da população, como escolas, hospitais, lixões etc. São projetos com muita flexibilidade, graus e formas diferentes de atuação do setor privado e sucesso ligado a certo grau de informalidade.

A migração do conceito de PPP para os projetos de infra-estrutura parece mais problemática pelo porte, volume de recursos, instrumentos de fiscalização e atuação política direta. A regra nessa escala maior de projetos é que os interesses sejam mais

complexos e como maiores riscos associados. Quando aplicadas à infra-estrutura, têm sido chamadas de Parcerias Público-Privadas (PPP) e funcionam como um *project finance* em que os recursos públicos substituem o fluxo de caixa do projeto, no todo ou em parte.

Nos anos 1990, o Estado optou pelo financiamento das concessionárias privadas em processos auto-sustentáveis, por meio de *project finances*, adaptados à nossa realidade (primordialmente *limited recourse*).

Entretanto, a infra-estrutura oferecida no regime brasileiro atual de concessões não resultou em canalização suficiente de recursos privados para satisfazer plenamente à necessidade dos investimentos novos ou para estancar a deterioração dos já existentes.

A PPP apresenta-se como um mecanismo em que, a garantia de receita dada pelo Estado para empreendimentos entregues à iniciativa privada, aumenta a atratividade desses projetos para investidores privados.

Quase toda a PPP, envolvendo projetos com retorno econômico em saneamento, poderá ocorrer no âmbito dos diversos tipos de concessão, usando sociedades privadas de propósito específico, como concessionárias de serviços públicos, para acessarem os mercados financeiro e de capitais e fugirem do contingenciamento do setor público.

A PPP permite antecipar investimentos que exigiriam muito tempo para serem feitos apenas com recursos públicos, dando ao parceiro privado a obrigação de adiantar recursos a serem recebidos no futuro, de uma vez ou em parcelas.

Contudo, é comum, ainda, haver uma confusão entre os conceitos das diferentes formas de parceria entre o setor público e o setor privado, diante de diferentes sistemas institucionais, legais e culturais; especialmente entre PPP e *project finance*.

O *project finance* é uma forma de engenharia financeira, que tem um desenho mais voltado para a realização de um fluxo de caixa previsível ou estipulado, calcado nos ativos do próprio projeto, com baixa ou nenhuma solidariedade dos patrocinadores, cabendo às partes identificar e tentar mitigar os riscos previsíveis. Seu ideal de aplicação é nas atividades de serviço público como retorno viável e monopólio legal ou natural. Na PPP, como impera o interesse público, pode até não haver qualquer fluxo de caixa ou este ser pouco previsível ou até insuficiente para considerar-se sua implementação.

A maior semelhança entre ambos os tipos de parceria é que não há transferência de ativos para o setor privado, como na privatização, mas uma busca de melhor gestão de ativos públicos (ou reversíveis ao poder público), por meio dos parceiros privados, com otimização dos desembolsos orçamentários. Além disso, a modelagem, a identificação, a alocação e a mitigação de riscos tornam-se, em ambos, elementos fundamentais da análise, da negociação e do acompanhamento dos contratos.

Culturalmente, a semelhança entre uma PPP e um *project finance* reside no comprometimento efetivo das partes em agirem em conjunto e estarem dispostos a tudo para a obtenção das metas pretendidas. São elementos comuns as Sociedades de Propósito Específico, as regras das Concessões (quando aplicáveis), a estruturação financeira formal e as técnicas contratuais de diluição e mitigação de risco.



#### **4.5.6 Opções de financiamento para projetos de saneamento<sup>43</sup>**

No âmbito do Governo Federal, em maio de 2005, foi criado o Programa Saneamento para Todos, em substituição ao Programa Pró-Saneamento, visando destinar recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) para financiar ações de saneamento do setor público e do setor privado, tendo como agente financeiro, a Caixa Econômica Federal (CEF). Há, ainda, a disponibilidade de recursos de Orçamento Geral da União para saneamento no Ministério das Cidades, no Ministério da Saúde, Ministério da Integração Nacional e Ministério do Meio Ambiente. O apoio financeiro para saneamento pode, ainda, advir de agências multilaterais de fomento, tais como: BIRD, BID, KFW e JBIC, bem como do BNDES por meio do Financiamento a Empreendimentos (FINEM), com empréstimos diretos e indiretos, acima de R\$ 10 milhões, para entes públicos ou privados e por meio do BNDES Automático, com empréstimos até R\$ 10 milhões a entes públicos ou privados, via agentes financeiros.

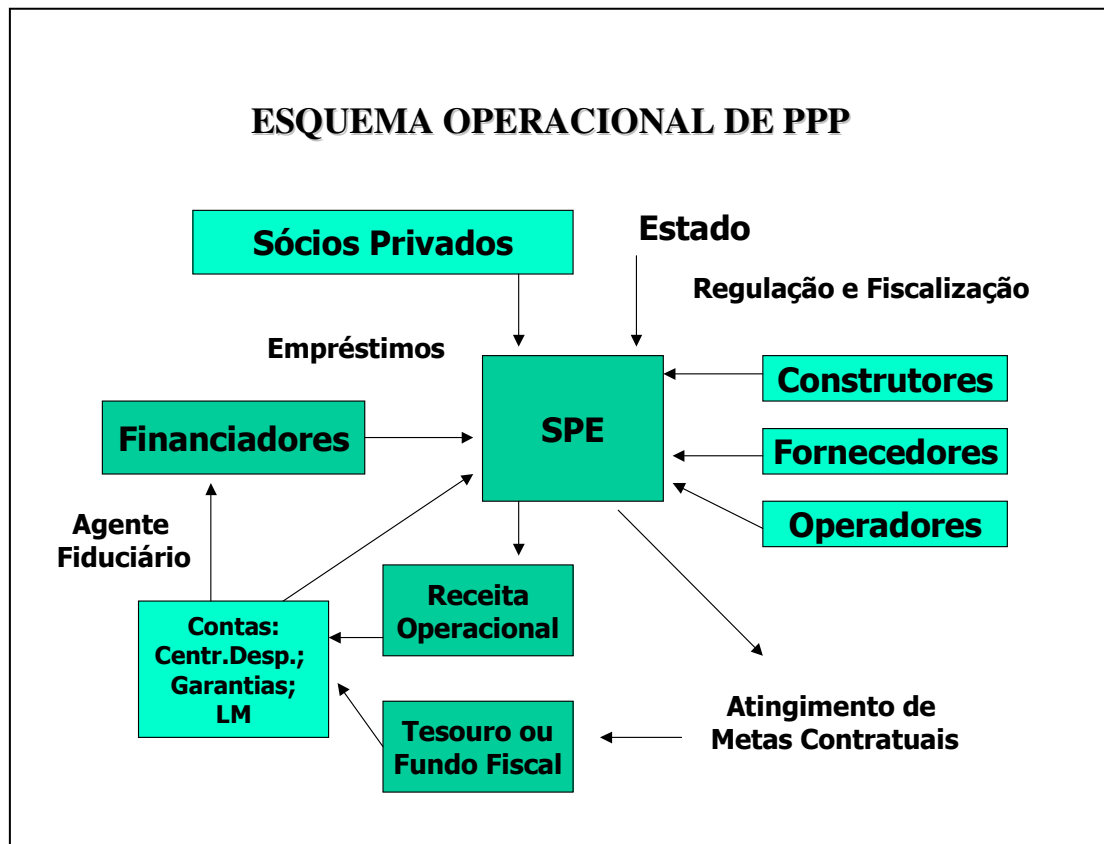
Por outro lado, com a redução gradual das taxas de juros e do prêmio pago pela dívida pública, combinada com a estabilidade regulatória, a demanda por investimentos, que gerem fluxo de caixa de longo prazo, deverá tornar o mercado de capitais, também, uma alternativa de investimento, beneficiando o setor de saneamento.

Segundo TAVARES (2006), a Parceria Público-Privada (PPP), em sentido amplo, é qualquer arranjo contratual capaz de permitir a atuação de empreendedores privados na realização de investimentos públicos, principalmente infra-estrutura, com responsabilidade pelo financiamento, execução, operação/manutenção do objeto, de forma a reduzir dispêndios orçamentários do setor público. A PPP em saneamento

---

<sup>43</sup> Baseado na palestra proferida por Rogério de Paula Tavares, Superintendente Nacional de Saneamento e Infra-estrutura da Caixa Econômica Federal no Congresso Anual de Saneamento, em 23 de junho de 2006 em São Paulo.

corresponde, fundamentalmente, a uma operação de *project finance*, conforme ilustrado na Figura 26.



**Figura 26 – Esquema Ilustrativo de PPP em Saneamento.**  
Fonte: TAVARES (2006).

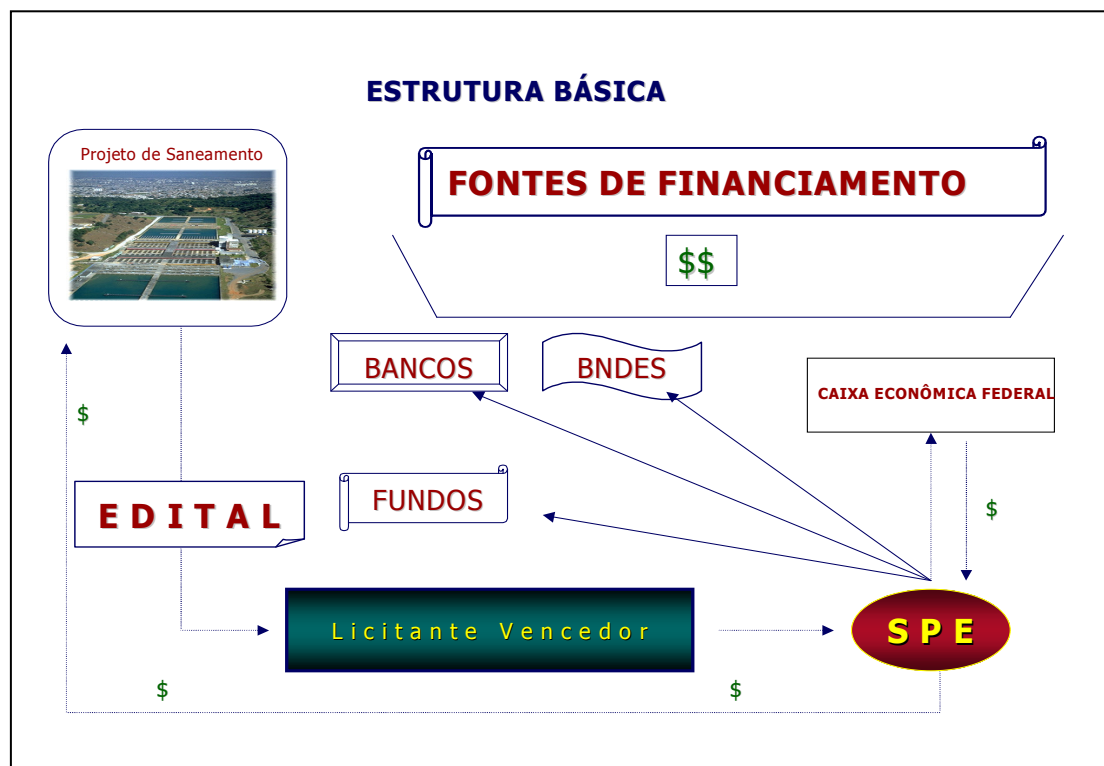
No Setor de Saneamento três tipos de parceria pública privada, podem ocorrer:

- **Concessão Comum** – Corresponde à delegação feita pelo Poder Concedente, por meio de concorrência, à pessoa jurídica ou consórcio de empresas que demonstre capacidade para desempenho, por conta e risco, por prazo determinado, com base no Art. 2º da Lei nº 8.987/95.
- **Concessão Patrocinada** – Corresponde a uma concessão de serviços ou obras a um parceiro privado, executada na forma da Lei nº 8.987/95, mas caracterizada pela presença de um valor pecuniário adicional à tarifa cobrado dos usuários e suportado pelos cofres públicos. Trata-se,

na verdade, de uma concessão subsidiada pela Administração Pública, conforme previsão da Lei nº 11.079/04.

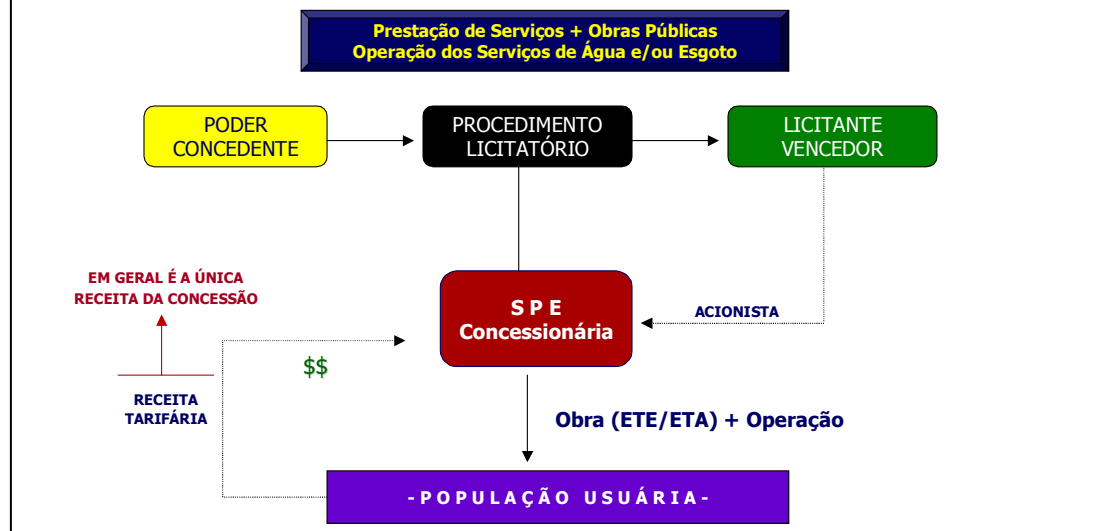
- Concessão Administrativa – É o contrato de prestação de serviços, com a realização de obra e/ou fornecimento e instalação de bens e serviços por parceiro privado, onde a Administração Pública se encontra como usuária direta, nos casos de concessão administrativa de serviços de Estado ou usuária indireta, nos casos de concessão de serviços públicos, como o saneamento, na forma da Lei nº 11.079/04.

As Figuras 27, 28, 29, 30 e 31, a seguir, apresentam estruturas de financiamento para um projeto de saneamento nas suas diversas modalidades, conforme descritas acima.



**Figura 27 – Estrutura de Financiamento de Projeto de Saneamento.**  
Fonte: TAVARES (2006).

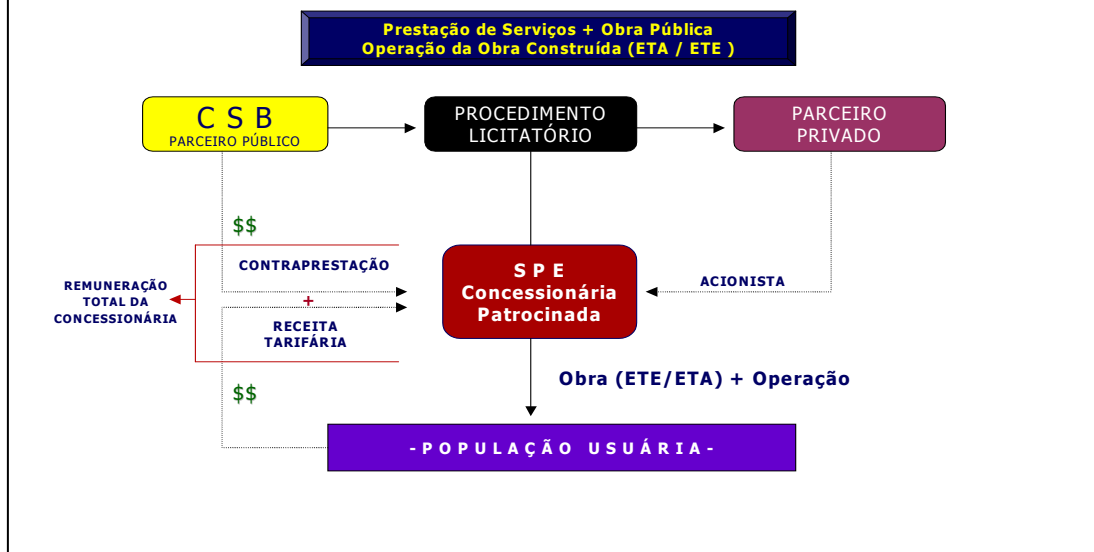
## Concessão Comum de Serviços de Água e Esgoto



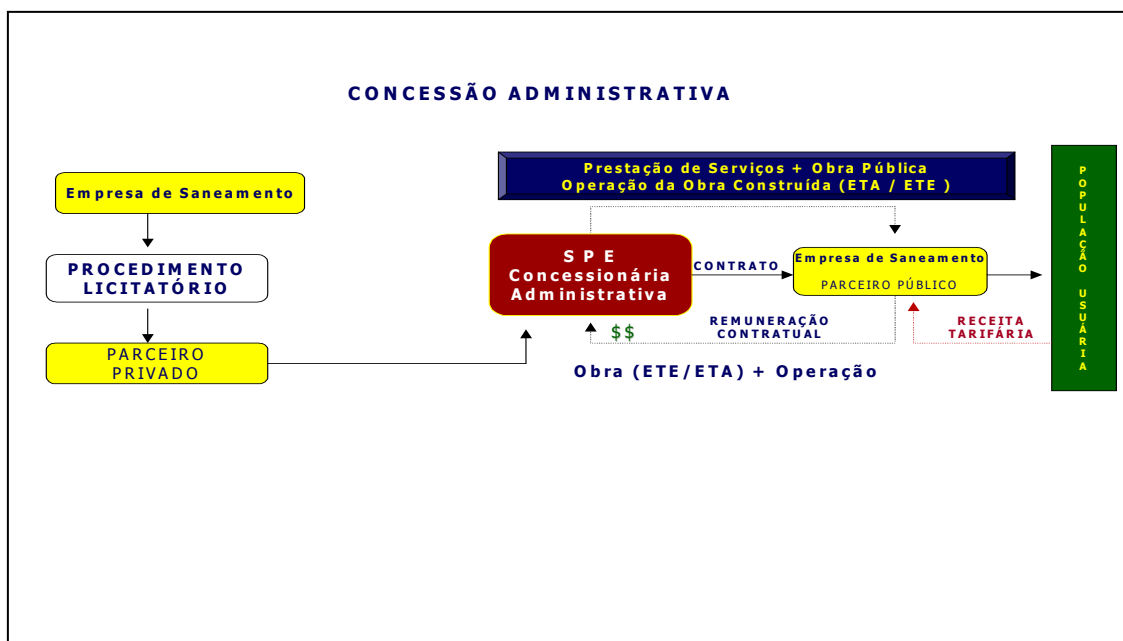
**Figura 28 – Ilustração Esquemática de Concessão Comum em Saneamento.**  
Fonte: TAVARES (2006).

## PPP para execução/operação de obra pública

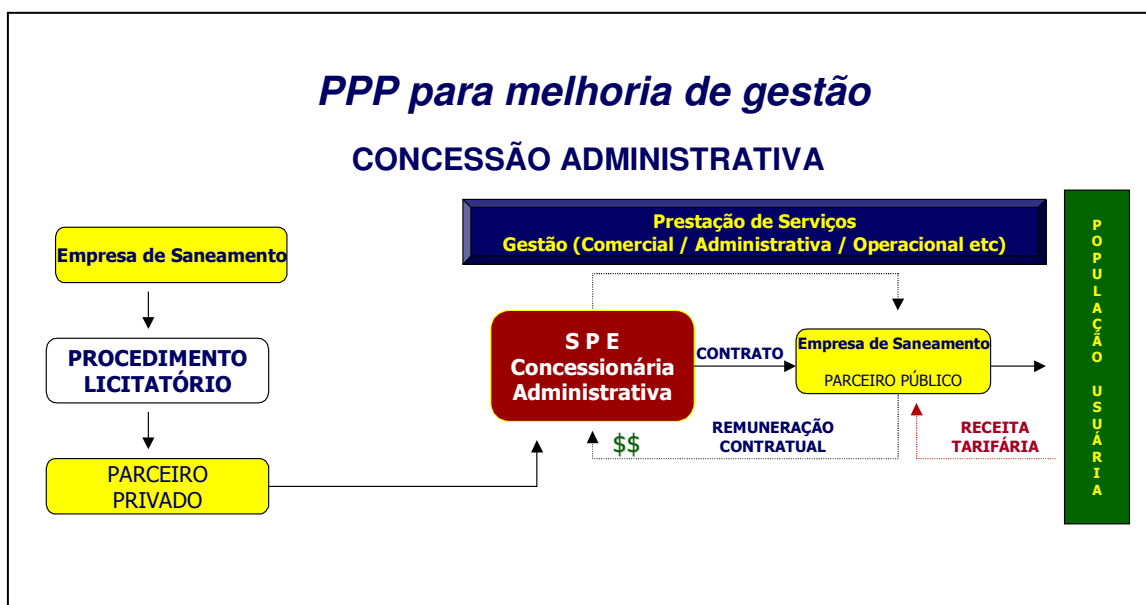
### CONCESSÃO PATROCINADA



**Figura 29 – Ilustração Esquemática de Concessão Patrocinada em Saneamento.**  
Fonte: TAVARES (2006).



**Figura 30 – Ilustração Esquemática de Concessão Administrativa em Saneamento.**  
 Fonte: TAVARES (2006).



**Figura 31 – Ilustração de Concessão Administrativa para Melhoria de Gestão em Saneamento.**  
 Fonte: TAVARES (2006).

O BNDES utilizou a estrutura de *project finance* para apoio financeiro às concessões comuns em saneamento para Águas de Limeira (SP), Águas de Niterói (RJ), Águas do Paraíba (Campos/RJ), Águas de Juturnaíba (Região dos Lagos/RJ) e Águas do Imperador (Petrópolis/RJ).

A Caixa Econômica Federal vem utilizando a estrutura de PPP/*project finance* para diversos projetos de saneamento, a saber:

- PPP/EMBASA: Contrato de Concessão Administrativa para construção e operação do Sistema de Disposição Oceânica do Jaguaribe em Salvador/BA;
- PPP/SABESP: Contrato de Concessão Administrativa para Expansão da Estação de Tratamento de Água de Taiaçupeba;
- PPP/SANASA: Contrato de Concessão Patrocinada para implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário na bacia do rio Capivari, no município de Campinas.

Apesar dos avanços relativos a financiamento para o setor de saneamento básico, ainda, persistem alguns entraves e restrições que precisam ser superados. Segundo dados do Ministério das Cidades, deixaram de ser aplicados, em 2006, pelas empresas do setor e pelos governos estaduais, pelo menos R\$ 3,8 bilhões, por motivos que vão desde a falta de capacidade de endividamento de empresas e governos até o excesso de burocracia e exigências, além do que determina a legislação<sup>44</sup>.

Para garantir acesso aos serviços de água e esgoto em todos os domicílios, o Brasil precisaria investir R\$ 11 bilhões por ano em saneamento básico, nos próximos 20 anos, mas as barreiras ao financiamento desses projetos e a escassez de recursos do Orçamento da União põem o país muito distante desse patamar<sup>45</sup>.

---

<sup>44</sup> Dados obtidos na matéria do jornal “O Globo” de 26/11/2006.

<sup>45</sup> Dados do Ministério da Cidade, disponíveis na web: [http // www.cidades.gov.br](http://www.cidades.gov.br)

Uma das saídas para destravar os financiamentos seria a possibilidade de empresas estaduais de saneamento saudáveis e auto-sustentáveis terem um tratamento diferenciado como “estatais não dependentes”, ficando fora dos limites globais de endividamento do setor público, fixados pelo Conselho Monetário Nacional e por Resoluções do Senado. Com isso, elas conseguiriam captar os recursos do FGTS e alavancá-los com recursos próprios. O modelo, adotado em países da Comunidade Européia e da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) não implicaria em mudanças na Lei de Responsabilidade Fiscal, porque trabalha o conceito de estatal não dependente, ou seja, que não precisa de recursos do controlador para se financiar<sup>46</sup>.

A empresa de saneamento do Estado de São Paulo (SABESP), que tem uma ótima avaliação de risco para operações em moeda local e capta recursos mais caro no mercado de capitais, atualmente, esbarra no limite global do setor público ao buscar empréstimos financiados com recursos do FGTS. Já, a empresa de saneamento do Estado do Rio de Janeiro (CEDAE), além de estar impossibilitada de captar empréstimos financiados com recursos do FGTS, devido ao endividamento do setor público, não tem avaliação satisfatória para operações em moeda local, nem pode ser considerada uma empresa saudável.

Também, a Portaria 614/2006 da Secretaria do Tesouro Nacional limitou as operações de parcerias público-privadas (PPPs) para projetos na área de saneamento, na medida em que determina que parte das garantias oferecidas pelo ente público ao parceiro privado, seja considerada dívida pública. Com isso, praticamente, todos os municípios

---

<sup>46</sup> Informações obtidas na referida matéria do jornal “O Globo” de 26/11/06.

da bacia da Baía de Guanabara e, até mesmo do país, estariam no limite do endividamento.



## **5 MODELO DE SANEAMENTO PROPOSTO PARA A BACIA DA BAÍA DE GUANABARA**

### **5.1 BASES PARA OPÇÃO DE GOVERNANÇA**

Apesar da Baía de Guanabara resistir bravamente às graves agressões ao longo dos últimos anos, há que se concentrar esforços no sentido da recuperação da qualidade ambiental da baía deste cartão postal tão exuberante do Rio de Janeiro. Os estudos desenvolvidos, no âmbito desta tese, procuraram estabelecer uma estratégia de recuperação da qualidade de água a partir da modernização do setor de saneamento.

O setor de saneamento apresenta peculiaridades técnicas e econômicas que justificam seu tratamento diferenciado em relação a outros setores da economia. As características técnicas são marcadas pela estreita relação com o meio ambiente.

Em razão dessas características, o saneamento organizou-se, na maior parte do mundo, sob configuração pública e local. As principais tendências mundiais apontam para uma maior participação da iniciativa privada e da agregação dos serviços locais, visando à maior eficiência.

Para agregações viáveis e eficientes, deve-se procurar sedimentar que, pelo menos, os serviços metropolitanos sejam operados de forma integrada. Isso evita uma multiplicação ainda maior de sistemas cujo custo fixo é elevado e que poderia ser diluído por uma base maior de usuários.

A agregação de serviços de saneamento ocorre quando um operador amplia os limites geográficos de sua atuação, inclusive em regiões não contíguas, ou presta mais de um serviço do ciclo do saneamento. A agregação apresenta várias vantagens, que se aplicam ao caso da bacia da Baía de Guanabara:

- permite economias de escala no desenho das obras de áreas conurbadas;
- facilita o acesso ao financiamento privado e a recursos internacionais;
- permite subsídios entre áreas de padrões de custos diferentes;
- ajuda a promover uma abordagem integrada no manejo do recurso hídrico;
- torna o sistema mais atrativo para a eventual participação privada; e
- facilita o acesso à tecnologia e a incorporação de técnicas avançadas.

A experiência de agregação realizada pela Lei Galli, na Itália, pode ser avaliada como precedente do caso brasileiro. A Lei dos Consórcios (Lei nº 11.107/05) estabeleceu as normas gerais para que os diferentes níveis da administração pública brasileira possam formar consórcios para a realização de objetivos de interesse comum (TUROLLA, 2006, p.46).

Os consórcios da Lei Galli decorrem de uma determinação centralizada dos governos regionais, imbuída de um espírito de planejamento integrado, enquanto que, no caso brasileiro, a lei atribui à iniciativa dos municípios a geração das agregações necessárias. Portanto, a Lei dos Consórcios deve ser vista, como um instrumento de reorganização do setor de saneamento que precisa ser complementado com legislação específica ao setor. Sugere-se, assim, que o consorciamento deva ser compelido ou, pelo menos, fortemente incentivado em alguns casos, a fim de produzir eficiência. Notadamente, esses casos ocorrem onde há operação de sistemas com infra-estrutura comum. Além disso, a eficiência também pode ser induzida por uma boa regulação. O arranjo regulatório do Estado do Rio de Janeiro tem potencial para criar modelos e paradigmas, catalisando o aperfeiçoamento da função regulatória independentemente de lei federal.

A titularidade estadual nos serviços de interesse comum deve ser preservada, pois a conurbação faz com que a operação conjunta das redes possa ser realizada a custos mais

baixos. Mesmo que em algumas regiões conurbadas os operadores atuais não apresentem custos mais baixos, é de se notar que a introdução de regulação poderá produzir as economias desejadas. A fragmentação dos sistemas elimina a possibilidade dessas possíveis economias, e não se justifica sob o ponto de vista econômico.

Os aspectos de eficiência econômica, relacionados à titularidade estadual podem ser reforçados por argumentos jurídicos. Assim, de acordo com o jurista MOREIRA NETO (2000, p.307)<sup>47</sup>, o saneamento não só por imperativo dos fatos e do desenvolvimento das tecnologias aplicáveis, como por fundamento constitucional, não pode ser mais considerado isoladamente, como de exclusivo interesse local, sempre que existam regiões geo-econômicas com interesse comum no tratamento integrado desses, assim definido pelos Estados membros no uso da competência do artigo 25, parágrafo 3º, da Constituição.

Por outro lado, o problema do financiamento não é somente a disponibilidade de recursos, mas também a falta de capacidade para captar ou gerir esses recursos. O negócio de saneamento envolve levantar recursos em larga escala para construir e operar redes cuja maturação é longa, com baixa possibilidade de saída do negócio, pois os ativos são específicos e têm baixo valor de revenda. Assim, os processos envolvidos exigem qualificação específica. A mobilização dos recursos necessários a esses processos não é simples, o que pode ajudar a explicar por que há um número relativamente pequeno de operadores de saneamento capazes de se expandir em termos geográficos e assumir a operação de um grande número de sistemas.

---

<sup>47</sup> O renomado jurista define que o interesse comum é aquele que transcende o municipal e passa a ser considerado estadual.

O problema do financiamento do setor de saneamento não se refere apenas à escassez de recursos, mas em especial à capacidade dos operadores contraí-los e utilizá-los em investimentos na expansão da capacidade instalada. Parte importante dos operadores apresenta limitada capacidade de captação de recursos, assim como baixa capacidade de geração de recursos próprios para investimento. Os programas de ajuste fiscal do governo federal e as resoluções do Conselho Monetário Nacional produziram uma redução da oferta dos fundos federais para o setor e estabeleceram regras para contingenciamento de crédito ao setor público.

Um grande número de operadores não tem capacidade de acessar fontes de financiamento. Em particular, a participação privada, além de poder contribuir para o aumento da eficiência, pode, levantar recursos com menor dificuldade no mercado de capitais e junto às fontes públicas, onerosas e não onerosas, hoje disponíveis. Nos últimos anos, os programas federais e internacionais de financiamento passaram a incluir componentes de indução à eficiência e modernização do setor, como o *project finance*.

Com base no exposto, a opção de governança para os serviços de saneamento na Bacia da Baía de Guanabara, parte integrante da região metropolitana<sup>48</sup>, é a concessão dos serviços de distribuição de água e de coleta e tratamento de esgotos à iniciativa privada.

O fator determinante para definição desta proposta é o interesse ambiental de recuperação da qualidade de água da Baía de Guanabara, em consonância com a Política Nacional de Recursos Hídricos e com a legislação ambiental vigente.

---

<sup>48</sup> Fazem parte da região metropolitana os municípios do Rio de Janeiro, Belford Roxo, Duque de Caxias, Guapimirim, Itaboraí, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, São Gonçalo, São João de Meriti e Tanguá.

O consórcio público, como previsto na Lei nº 11.107/2005<sup>49</sup>, pode ser o mecanismo adequado para a execução das funções públicas de interesse comum das regiões metropolitanas instituídas pelos Estados, dando aos municípios a oportunidade de se associarem na gestão dos serviços de saneamento, com a coordenação do Estado, por meio da Agência de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro (AGENERSA). O Estado deverá celebrar convênio com o Consórcio de Municípios contribuintes à bacia da Baía de Guanabara, de modo a viabilizar a concessão dos serviços pela AGENERSA<sup>50</sup>. A agência reguladora surge como o instrumento moderno de intervenção no setor de saneamento, com vistas ao seu bom funcionamento e à defesa do interesse público e da qualidade ambiental.

Essa opção de governança, que implica na concessão dos serviços de distribuição de água e coleta e tratamento de esgotos, está condicionada a algumas premissas que devem ser ressaltadas e obedecidas durante o processo licitatório:

- O sistema de produção de água da região metropolitana e da bacia hidrográfica da baía deverá permanecer sob responsabilidade do Estado, tendo em vista a alta concentração populacional da área de estudo e a necessidade de buscar e tratar a água em outra bacia hidrográfica e em outro município. Esses fatos justificam que o planejamento, a organização e a execução dos serviços de produção de água sejam realizados pelo Estado.

Essa atividade pode ser considerada de competência comum dos vários entes

---

<sup>49</sup> A legislação de consórcios deve ser vista como um instrumento útil à reorganização do setor de saneamento, merecendo, entretanto, ser aperfeiçoada para incentivar o consorciamento com a finalidade de gerar eficiência.

<sup>50</sup> A operação dos serviços metropolitanos de saneamento deve ser integrada, de modo a gerar economias significativas para o setor de saneamento, que certamente serão melhores aproveitadas se os operadores forem submetidos a uma regulação adequada, conforme proposto neste trabalho.

federativos e deve ser exercida adequada e racionalmente de forma privativa pelo Estado;

- A concessionária deverá pagar ao Estado, produtor de água, uma outorga proporcional à quantidade recebida. A quantidade de água poderá ser aferida por meio de macromedição na entrada e saída da rede de água correspondente à concessão;
- O Estado deverá redistribuir aos municípios da bacia hidrográfica contribuinte à Baía de Guanabara, 50% do arrecadado com a outorga de água, proporcionalmente à população censitária dos mesmos;
- Muitos estudos de disposição a pagar pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitários, em países em desenvolvimento, revelam que o contribuinte está disposto a pagar 3% ou mais de sua renda pelo abastecimento de água, mas bem menos pelo esgotamento sanitário<sup>51</sup>. Considera-se, com base nesses estudos, que os serviços de distribuição de água tendem a viabilizar os investimentos em sistemas de coleta e tratamento de esgotos;
- A concessionária deverá implantar o plano de esgotamento sanitário, proposto no item infra-estrutura física, de modo a atender às metas de curto, médio e longo prazos, estabelecidas para melhoria de qualidade de água da baía;
- O município de Niterói, contribuinte da bacia hidrográfica da baía, não será considerado na proposta aqui apresentada, visto que a concessão dos serviços de saneamento foi repassada para a iniciativa privada pelo município em

---

<sup>51</sup> *The World Bank. Brazil: Water Sector Review and Brown Environmental Agenda. Draft Discussion Paper.* 2002. p.26.

1999 e atualmente as obras previstas no Plano de Esgotamento Sanitário já se encontram concluídas;

- A Zona Sul da Cidade do Rio de Janeiro é parte integrante desta concessão dos serviços de saneamento da bacia da Baía de Guanabara, por desviar para o emissário submarino de Ipanema, os esgotos sanitários gerados por alguns bairros da Zona Sul, contribuintes da bacia da Baía de Guanabara, notadamente, Glória, Botafogo, Flamengo, Laranjeiras, Urca, bem como, parte do centro da cidade.

Dessa forma, o Sistema Baía de Guanabara detalhado, na forma proposta nesta tese, é mostrado na Figura 32, destacando-se, ainda, na Tabela 14, com as metas de qualidade de água a serem obedecidas pelos operadores privados resumidas na



**Figura 32 – Detalhes do Sistema Baía de Guanabara**

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 14- Expressão Numérica para as Metas de Qualidade de Água**

<b>Metas de Melhoria</b>	<b>Expressão Numérica para Comparação</b>	<b>Observações</b>	<b>Ano Previsto</b>
<b>Curto Prazo</b>	<i>DBO menor que 10mg/L na baía como um todo</i>	Assume-se que a concentração máxima de 10 mg/L não gera condições sépticas.	<b>2012</b>
<b>Médio Prazo</b>	<i>DBO menor que 5mg/L na baía, exceto nas áreas noroeste e nordeste.</i>	Melhor resultado viável possível.	<b>2020</b>
<b>Longo Prazo</b>	<i>DBO menor que 5mg/L na baía, exceto nas áreas portuárias do Rio de Janeiro e Niterói.</i>	Meta não atingível com as tecnologias atuais disponíveis.	-

Fonte: Elaboração própria

## 5.2 CONCESSÕES

Foi realizado um estudo para alocação ótima das concessões das diversas bacias de esgotamento sanitário. A idéia é encontrar uma alocação que possa agregar as bacias de esgotamento com características homogêneas para suporte ao processo de decisão. Foram utilizadas técnicas de análise estatística multivariada, a partir das variáveis consideradas importantes para a tomada de decisão, conforme sintetizado na Tabela 15<sup>52</sup>.

<sup>52</sup> A variável fonte de abastecimento, embora não tenha sido explicitamente utilizada na análise estatística, complementou como fator qualitativo importante, os resultados quantitativos para a divisão das Concessões de Saneamento na bacia da Baía de Guanabara.



**Tabela 15 – Variáveis Consideradas na Análise Estatística Multivariada**

Bacia de Esgotamento	Município	Bacia Hidrográfica	ETE Existentes	Potencial de Arrecadação	Dens. Pop. (pess/ha)	Investim. Necess. (US\$ 1.000)	Fonte de Abastec. Água
Zona Sul + Centro (parte)	Rio de Janeiro	Emiss. Submarino	Emiss.Submarino	Muito Alto	100	5.000	Sistema Guandu/Lajes
Alegria	Rio de Janeiro	Alegria /BG	Alegria	Muito Alto	110	2.000	Sistema Guandu
Penha	Rio de Janeiro	Canal da Penha/Irajá/BG	Penha	Médio	138	2.000	Sistema Guandu
Pavuna-Meriti	Rio de Janeiro	Pavuna-Meriti	Pavuna	Médio	80	210.000	Guandu/ Sistema Acari
Sarapuí	Nova Iguaçu	Sarapuí/Iguaçu	Sarapuí	Baixo	68	26.000	Guandu/ Sistema Acari
Bangu	Rio de Janeiro	Sarapuí/Iguaçu		Baixo	110	82.000	Sistema Guandu
Bota	N.Iguaçu, Belf. Roxo, Nilópolis, S.J.Meriti	Sarapuí/Iguaçu		Baixo	28	326.000	Guandu/Sistema Acari
Iguaçu	Duque de Caxias	Sarapuí/Iguaçu		Muito Baixo	14	65.000	Sistema Guandu
Estrela	Duque de Caxias/Magé	Estrela		Muito Baixo	11	147.000	Sistema Guandu
Roncador	Magé	Roncador		Muito Baixo	2	41.000	Sistema Guapimirim - Magé
Macacu	Itaboraí/ Guapimirim	Guapi-Macacu		Muito Baixo	5	136.000	Sistema Itaboraí + Guapi-Magé
Guaxindiba	Itaboraí/Guapimirim	Alcântara /Guaxindiba		Muito Baixo	30	73.000	Sistema Itaboraí + Guapi-Magé
Alcântara	São Gonçalo	Alcântara /Guaxindiba		Muito Baixo	34	117.000	Sistema Imunana
Imboassu	São Gonçalo	Imboassu		Muito Baixo	47	14.000	Sistema Imunana
Niterói	Niterói	Canto do Rio/Bomba		Alto	91	32.000	Sistema Imunana
Ilha do Governador	Rio de Janeiro	Ilhas do Gov. e Fundão	Ilha do Governador	Médio	58	2.000	Guandu
Paquetá	Rio de Janeiro	Paquetá	Paquetá	Muito Baixo	33	1.000	Sistema Imunana

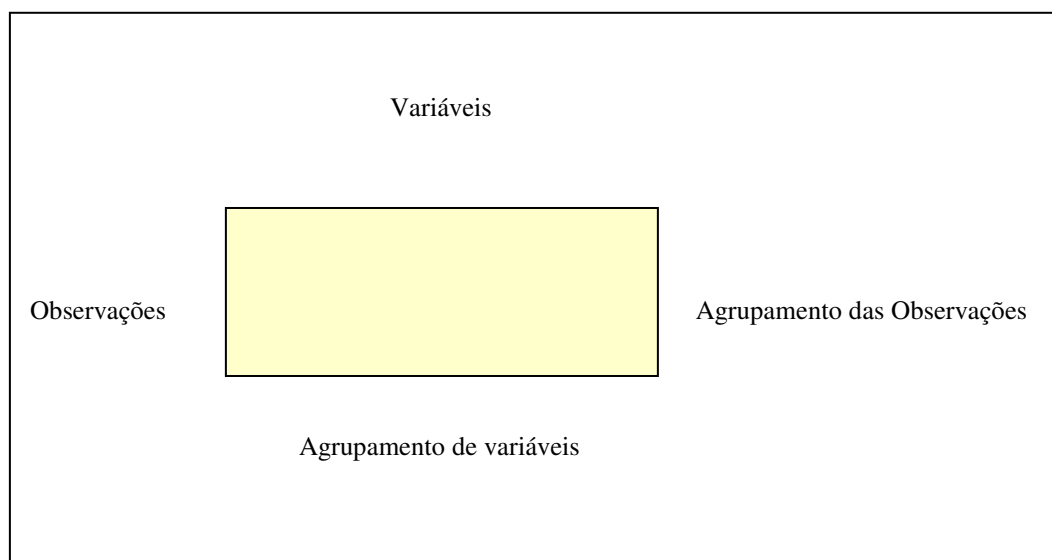
Fonte: Elaboração própria.

Foram utilizados dois métodos de Análise Multivariada — a Análise de Cluster ou Análise de Agrupamento Hierárquico e a Análise de Componentes Principais (ACP). O objetivo foi determinar como as variáveis apresentadas na Tabela 15, se relacionavam entre si, ou seja, o quanto estas eram semelhantes, visando à partição das bacias de esgotamento em grupos passíveis de concessões.

O objetivo primário da análise de agrupamento hierárquico é buscar entender a estrutura dos dados, aglomerando observações similares em grupos. Esta análise consiste no tratamento matemático de cada amostra como um ponto no espaço multidimensional descrito pelas variáveis escolhidas (MOITA NETO, 1998, p.467). Também é possível, nesta técnica, tratar cada variável como um ponto no espaço multidimensional descrito pelas amostras, ou seja, podemos ter agrupamento de amostras ou de variáveis de acordo com o interesse em cada situação. Quando uma determinada amostra é tomada como um ponto no espaço das variáveis, é possível calcular a distância deste ponto a todos os outros pontos, constituindo-se assim uma matriz que descreve a proximidade entre todas as amostras estudadas.

Existem várias maneiras de calcular a distância entre dois pontos, a mais conhecida e utilizada é a distância euclidiana, pois corresponde ao sentido trivial de distância no plano. Relembrando que, para duas variáveis, corresponde à aplicação do teorema de Pitágoras ( $a^2 = b^2 + c^2$ ): O comprimento da hipotenusa (a) é igual à raiz quadrada da soma dos quadrados dos comprimentos dos catetos (b e c). Baseada nesta matriz de proximidade entre as amostras, se constrói um diagrama de similaridade denominado dendrograma (dendr(o) = árvore). Existem várias maneiras de aglomerar matematicamente estes pontos no espaço multidimensional para formar os agrupamentos hierárquicos. Cada um corresponde a um algoritmo específico (ou seja, o

modo particular como os cálculos serão implementados num computador), que usa as informações da matriz de proximidade para criar um dendrograma de similaridade. A interpretação de um dendrograma de similaridade entre amostras fundamenta-se na intuição: duas amostras próximas devem ter também valores semelhantes para as variáveis medidas. Ou seja, elas devem ser próximas matematicamente no espaço multidimensional. Portanto, quanto maior a proximidade entre as medidas relativas às amostras, maior a similaridade entre elas. O dendrograma hierarquiza esta similaridade de modo que podemos ter uma visão bidimensional da similaridade ou dissimilaridade de todo o conjunto de amostras utilizado no estudo. Quando o dendrograma construído é das variáveis, a similaridade entre duas variáveis aponta forte correlação entre estas variáveis do conjunto de dados estudado. A Figura 33 apresenta, de forma esquemática, a base de construção do dendrograma de similaridade.



**Figura 33 – Esquema para Construção de Dendrograma na Análise de Agrupamento Hierárquico.**  
Fonte: Elaboração própria.

A aplicação da análise de agrupamento hierárquico, quando se tem variáveis de escalas diferentes, deve ser precedida por um tratamento prévio dos dados. Quando não é feito o pré-tratamento, as variáveis com valores numéricos mais altos serão mais importantes

no cálculo que as variáveis com valores numéricos mais baixos. O pré-tratamento mais comumente empregado é a transformação Z, que transforma as medidas de cada variável de tal modo que o conjunto de dados tenha média zero e variância um. A finalidade deste procedimento é equalizar a importância estatística de todas as variáveis utilizadas. As dificuldades matemáticas envolvidas nestes cálculos, hoje são removidas pelos pacotes estatísticos de grande amplitude e facilidade de uso.

A análise de componentes principais é uma técnica estatística poderosa que pode ser utilizada para redução do número de variáveis e para fornecer uma visão estatisticamente privilegiada do conjunto de dados. A análise de componentes principais fornece as ferramentas adequadas para identificar as variáveis mais importantes no espaço das componentes principais.

A análise de componentes principais consiste em reescrever as variáveis originais em novas variáveis denominadas componentes principais, através de uma transformação de coordenadas. A transformação de coordenadas é um processo trivial quando feito usando matrizes. A transformação matemática das coordenadas pode ser feita de diversas maneiras conforme o interesse.

Os componentes principais são as novas variáveis geradas por meio de uma transformação matemática especial realizada sobre o espaço das variáveis originais. Esta operação matemática está disponível em diversos softwares estatísticos especializados. Cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais.

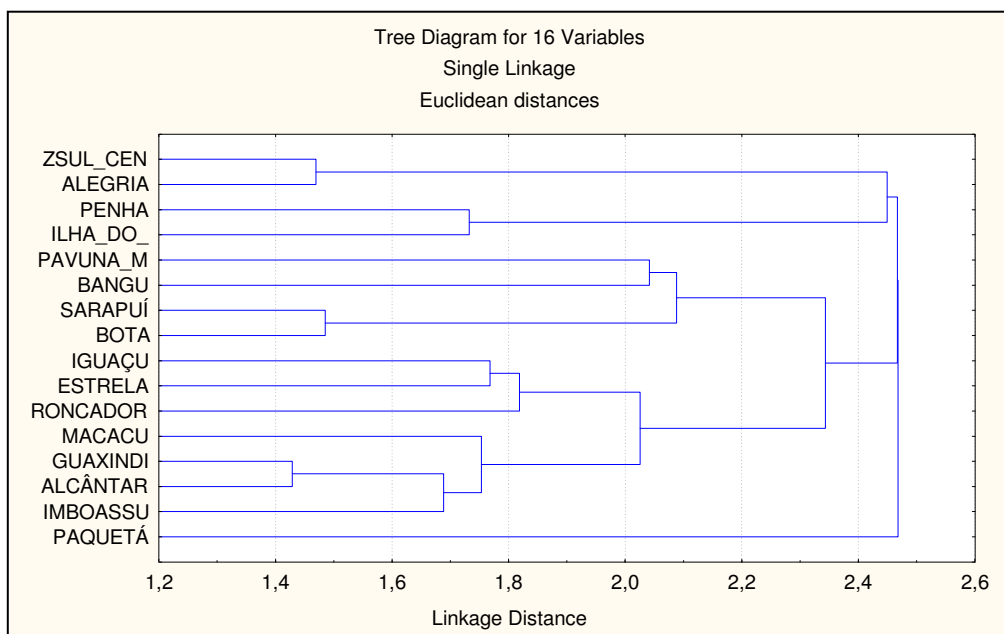
Duas são as características das componentes principais que as tornam mais efetivas que as variáveis originais para a análise do conjunto das amostras (PRADO et. al., 2002,

p.69). As variáveis podem guardar entre si correlações que são suprimidas nas componentes principais. Ou seja, as componentes principais são ortogonais entre si. Deste modo, cada componente principal traz uma informação estatística diferente das outras. A segunda característica importante é decorrente do processo matemático-estatístico de geração de cada componente que maximiza a informação estatística para cada uma das coordenadas que estão sendo criadas. As variáveis originais têm a mesma importância estatística, enquanto que as componentes principais têm importância estatística decrescente. Ou seja, as primeiras componentes principais são tão mais importantes que podemos até desprezar as demais. Destas características podemos compreender como a análise de componentes principais:

- Podem ser analisadas separadamente devido à ortogonalidade, servindo para interpretar o peso das variáveis originais na combinação das componentes principais mais importantes;
- Podem servir para visualizar o conjunto da amostra apenas pelo gráfico das duas primeiras componentes principais, que detêm maior parte da informação estatística.

A análise de componentes principais e a análise de agrupamento hierárquico são técnicas de análise multivariada com fundamentos teóricos bem diferentes, podendo ser aplicadas independentemente. Estas técnicas podem até ser complementares na informação sobre o conjunto de dados, dependendo do sistema analisado. Ambas fornecem a visão mais global possível das amostras dentro do conjunto de dados, conforme as variáveis usadas. (CAZAR, 2003, p. 1026).

Os resultados da análise multivariada realizada são apresentados nas Figuras 34 e 35, a seguir.



**Figura 34 – Dendrograma da Análise de Agrupamento Hierárquico – Cluster.**

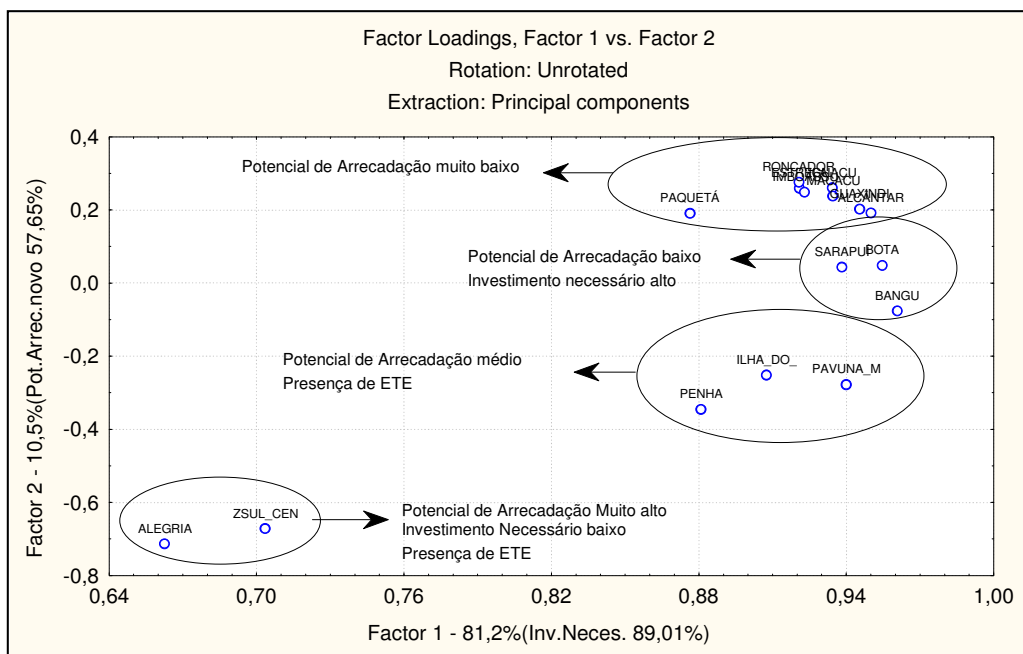
Fonte: Elaboração própria.

A Análise de Cluster separa as bacias de esgotamento em alguns grupos homogêneos, conforme Tabela 16.

**Tabela 16 – Grupamentos Resultantes da Análise de Cluster**

<b>Grupos de Bacia de Esgotamento</b>	<b>Características</b>
Zona Sul e Alegria	Potencial de Arrecadação muito alto Investimento Necessário baixo Presença de ETE
Ilha do Governador e Penha	Potencial de Arrecadação médio Presença de ETE
Pavuna-Meriti, Bangu, Sarapui e Bota	Potencial de Arrecadação baixo Investimento Necessário alto
Iguaçu, Estrela e Roncador	Potencial de Arrecadação muito baixo
Macacu, Guaxindiba, Alcântara e Imboassu	Potencial de Arrecadação muito baixo
Paquetá	Potencial de Arrecadação muito baixo Tem como fonte de abastecimento de água, o Sistema de Imunana

Fonte: Elaboração própria.



**Figura 35 – Análise de Componentes Principais.**

Fonte: Elaboração própria.

O resultado da Análise de Componentes Principais (ACP), apresentado na Figura 35, mostra que o fator 1 explica 81,2% da variância total, tendo a variável Investimento Necessário (LOG), 89,01% de contribuição para o fator 1. O fator 2 explica 10,5% da variância total, tendo a variável Potencial de arrecadação qualitativo, 57,65% de contribuição para o fator 2.

Por outro lado, a ACP apresenta os seguintes grupamentos, conforme Tabela 17.

**Tabela 17 – Grupamentos Resultantes da ACP**

<b>Grupos de Bacia de Esgotamento</b>	<b>Características</b>
Zona Sul e Alegria	Potencial de Arrecadação muito alto Investimento Necessário baixo Presença de ETE
Ilha do Governador, Penha e Pavuna-Meriti	Potencial de Arrecadação médio Presença de ETE
Sarapuí, Bota e Bangu	Potencial de Arrecadação baixo Investimento Necessário alto
Iguaçu, Estrela, Roncador, Macacu, Guaxindiba, Alcântara, Imboassu e Paquetá	Potencial de Arrecadação muito baixo

Fonte: Elaboração própria.

Verifica-se que os resultados das duas metodologias utilizadas são coerentes e complementares. Além disso, a ACP aponta, claramente que, os investimentos a serem realizados na bacia de esgotamento e o potencial de arrecadação são os fatores determinantes para definição das concessões dos serviços de saneamentos a serem realizados para a Baía de Guanabara. Os resultados obtidos foram sintetizados na Tabela 18.



**Tabela 18 – Grupamentos Resultantes da Análise de Cluster e da ACP**

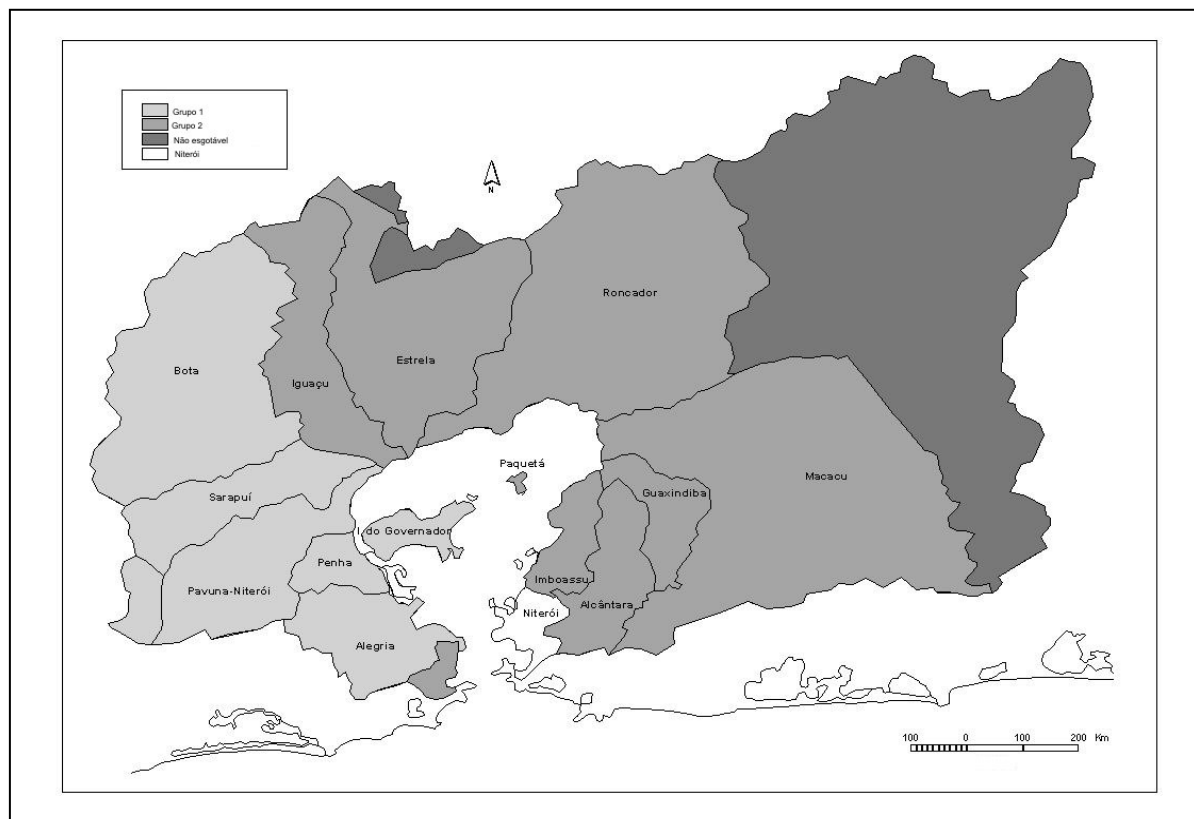
Grupos de Bacia de Esgotamento	Cluster	ACP	Características
Zona Sul e Alegria			Potencial de Arrecadação muito alto
			Investimento Necessário baixo
Penha e Ilha do Governador			Tratamento de esgotos existente
			Potencial de Arrecadação médio
Pavuna-Meriti			Investimento Necessário baixo
			Tratamento de esgotos existente
Bangu, Sarapuú e Bota			Tratamento parcial de esgotos existente
Iguaçu, Estrela e Roncador			Potencial de Arrecadação baixo
Macacu, Guaxindiba, Alcântara e Imboassu			Investimento Necessário alto
Paquetá			Potencial de Arrecadação muito baixo

Fonte: Elaboração própria.

As avaliações realizadas induzem à premissa de que uma bacia de esgotamento com potencial de arrecadação muito alto deve suportar os investimentos necessários na bacia com potencial de arrecadação muito baixo, devendo promover aumento de arrecadação e redução das perdas na distribuição de água. Considerando, ainda, que a agregação viável e eficiente para os serviços de saneamento para a bacia da Baía de Guanabara, se limita a dois grupos de concessão, onde a arrecadação dos sistemas Zona Sul e Alegria possa dar suporte aos investimentos nas áreas de menor potencial de arrecadação, conduz à proposição dos seguintes grupos de concessão:

- Grupo 1 – Sistemas Alegria, Penha, Ilha do Governador, Pavuna-Meriti, Bangu, Sarapuú e Bota;
- Grupo 2 – Sistemas Zona Sul, Iguaçu, Estrela, Roncador, Macacu, Guaxindiba, Alcântara, Imboassu e Paquetá.

A Figura 36 ilustra os dois grupos de concessão de saneamento propostos para a bacia da Baía de Guanabara.



**Figura 36 – Concessões de Saneamento Propostas para a Bacia da Baía de Guanabara.**

Fonte: Elaboração própria.

### 5.3 ADMINISTRAÇÃO

No modelo proposto, a administração do Sistema de Qualidade de Água da Baía de Guanabara — no sentido do agente verdadeiramente responsável pela performance do sistema, deverá ser exercida pela Agência de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro – AGENERSA. O Regulador deve, fundamentalmente, ter a missão de incentivar e garantir os investimentos necessários; supervisionar a prestação dos serviços de utilidade pública, nas diversas áreas de concessão e aumentar a eficiência econômica, em nome dos consumidores em particular e da sociedade em geral.

Por meio dessa função, o preposto do Estado deve cumprir o seu direito-dever de assegurar os serviços de saneamento à população, controlando e acompanhando a prestação de serviços, bem como, fiscalizando, em parceria com o órgão de controle ambiental, o cumprimento do plano de saneamento previsto para a bacia da Baía de Guanabara e, conseqüentemente, o atendimento às metas de qualidade de águas de curto, médio e longo prazos, necessárias para melhoria da qualidade do sistema Baía de Guanabara.

À Agência Reguladora, cabe às seguintes tarefas:

- Controle de tarifas, de modo a assegurar o equilíbrio econômico-financeiro do contrato;
- Universalização dos serviços, estendendo-os a parcelas da população que deles não se beneficiavam por força da escassez dos recursos;
- Fiscalização do cumprimento do contrato de concessão;

- Arbitramento dos conflitos entre as diversas partes envolvidas: consumidores do serviço, poder concedente, concessionários, a comunidade como um todo, os investidores potenciais, etc;
- Acompanhamento do cumprimento das exigências do licenciamento ambiental, de modo a garantir o atendimento às metas de qualidade de água estabelecidas para a bacia da Baía de Guanabara.

A regulação eficaz dos monopólios naturais recomenda a utilização complementar de mecanismos de autocontrole pelo concessionário de avaliação de resultados de seu desempenho, validados com mecanismos de avaliação pela entidade reguladora e sua comparação com os resultados de outras entidades gestoras similares atuando em áreas geográficas distintas (*benchmarking*).

Torna-se, assim, indispensável à utilização de indicadores de desempenho, que são medidas da eficiência e eficácia dos concessionários relativamente a aspectos específicos da atividade desenvolvida ou do comportamento dos sistemas. Os indicadores expressam o nível de desempenho efetivamente atingido, tornando direta e transparente à comparação entre objetivos e resultados obtidos.

Um indicador de desempenho deve conter em si informação relevante, mas é inevitavelmente uma visão parcial da realidade da gestão na sua globalidade, não incorporando em geral toda a sua complexidade. Assim, o seu uso descontextualizado pode levar a interpretações erradas. É necessário analisar sempre os indicadores de desempenho no seu conjunto, com conhecimento de causa, e associados ao contexto em que se inserem.

Como instrumentos para avaliação de desempenho das concessões, em relação aos objetivos da regulação, podem ser definidos três tipos de indicadores (IRAR/LNEC, 2005, p.11):

- **Indicadores que traduzem a sustentabilidade ambiental:** com este grupo de indicadores pretende-se avaliar o nível de proteção dos aspectos ambientais associados às atividades da concessionária;
- **Indicadores que traduzem a sustentabilidade das concessionárias:** com este grupo de indicadores pretende-se avaliar o nível de proteção da sustentabilidade técnico-econômica da concessionária e dos seus legítimos interesses; subdivide-se este grupo em aspectos econômico-financeiros, de infra-estrutura, operacionais e de recursos humanos;
- **Indicadores que traduzem a defesa dos interesses dos consumidores:** com este grupo de indicadores pretende-se avaliar o nível de proteção dos interesses dos consumidores, notadamente o nível de maior ou menor acessibilidade que têm ao serviço e a qualidade com que o mesmo lhes é fornecido; subdivide-se este grupo nos dois aspectos mencionados: acesso ao serviço e qualidade do serviço prestado aos consumidores.

Como neste estudo, cabe à AGENERSA, a avaliação da performance do sistema, supervisionando a prestação dos serviços para coleta e tratamento de esgotos das duas concessões propostas, os indicadores listados na Tabela 19, visam permitir o acompanhamento e a comparação do desempenho das Concessionárias da bacia da Baía de Guanabara.

**Tabela 19 – Indicadores de Sustentabilidade para as Concessões da Bacia da Baía de Guanabara**

<b>Indicador de Sustentabilidade Geral</b>	<b>Indicador de Sustentabilidade</b>	<b>Indicador Específico</b>
<b>Defesa dos Interesses dos Usuários</b>	<i>Acessibilidade e Qualidade do Serviço ao Usuário</i>	Cobertura do serviço (%)
		Preço médio do serviço (R\$/m <sup>3</sup> )
	<i>Qualidade do Serviço Prestado ao Usuário</i>	Resposta a reclamações escritas (%)
<b>Sustentabilidade da Concessionária</b>	<i>Sustentabilidade Econômico-financeira</i>	Custos correntes unitários (R\$/m <sup>3</sup> )
	<i>Sustentabilidade de Infra-estrutura</i>	Utilização de estações de tratamento (%)
		Tratamento de esgotos sanitários coletados (%)
		Recuperação de rede coletora de esgotos (%/ano)
	<i>Sustentabilidade Operacional</i>	Obstrução na rede coletora (n° /100 km/ano)
		Colapsos estruturais na rede coletora (n° /100 km coletor /ano)
	<i>Sustentabilidade em Recursos Humanos</i>	Recursos Humanos (n° /100 km coletor/ano)
<b>Sustentabilidade Ambiental</b>	<i>Sustentabilidade Ambiental</i>	Análises de efluentes realizadas (%)
		Atendimento aos padrões de efluentes de DBO da Legislação e do Plano Estratégico (%)
		Utilização de energia (KWh/m <sup>3</sup> )
		Destino adequado do lodo gerado no tratamento (%)

Fonte: Adaptado de IRAR/LNEC (2005).

A seleção dos indicadores propostos levou em conta requisitos relativos a cada indicador, individualmente, bem como, requisitos relativos ao conjunto dos indicadores.

Individualmente, cada indicador requer:

- Definição rigorosa, com atribuição de significado conciso e interpretação inequívoca;
- Possibilidade de cálculo pela globalidade das Concessionárias sem esforço adicional significativo;
- Possibilidade de verificação no âmbito de auditorias externas;
- Simplicidade e facilidade de interpretação;
- Medição quantificada, objetiva e imparcial sob um aspecto específico do desempenho da Concessionária, de modo a evitar julgamentos subjetivos e distorcidos.

Coletivamente, os indicadores foram definidos de forma a garantir os seguintes requisitos:

- Adequação à representação dos principais aspectos relevantes do desempenho da concessionária, permitindo uma representação global;
- Ausência de sobreposição em significado ou em objetivos entre indicadores;
- Referência ao mesmo período de tempo (um ano, por exemplo);
- Referência a mesma área geográfica, neste caso a bacia contribuinte à Baía de Guanabara;
- Aplicabilidade a concessionárias com características e graus de desenvolvimento diversos.

## 6 CONCLUSÕES

A Teoria Geral de Sistemas se mostrou bastante adequada para discussão do problema de recuperação da qualidade de água da Baía de Guanabara e sua relação direta com a perspectiva de novas opções de governança para o setor de saneamento.

Foram definidos cinco elementos que se mostraram apropriados para fornecer as informações necessárias para descrição do sistema e se alcançar o objetivo pretendido, de melhoria da qualidade de água, quais sejam: Instrumentos de Apoio de Decisão; Infra-estrutura Física; Estrutura de Governança, Fontes de Financiamento e Administração.

A construção do Sistema Baía de Guanabara visou ordenar e estruturar o conhecimento acumulado, ao longo do tempo, sobre o problema da qualidade de água da baía, captando os elementos essenciais para alcance do objetivo pretendido.

Desde os anos 1970, já era conhecido que a Baía de Guanabara estava bastante poluída por carga orgânica, principalmente esgotos domésticos e despejos industriais, apresentando valores relativamente altos de DBO, principalmente nas áreas costeiras, com todas as praias interiores fora dos padrões de balneabilidade.

Já existia, também, a preocupação com o problema da eutrofização e o risco de se agravar esse problema, na medida em que tratamento secundário de esgotos fosse implantado, aumentando a transparência da água. Esses estudos serviram de base para a negociação do Projeto de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), nos anos 1990.

Ainda, na década de 1990, foram realizados vários estudos para o melhor entendimento do comportamento do ecossistema, principalmente em relação ao processo de



eutrofização, com o aprimoramento dos modelos de qualidade de água para coliformes, OD/DBO, nitrogênio, fósforo, fitoplâncton/clorofila e transparência.

Os modelos de qualidade de água utilizados nesta tese, refletem o estágio avançado da modelagem da Baía de Guanabara, com abordagem adequada do problema de eutrofização, que permitem a avaliação de diferentes estratégias de controle e seus impactos na qualidade de água.

Como o saneamento representa o setor que mais claramente está vinculado ao problema de qualidade de água da Baía de Guanabara, o modelo de qualidade de água foi utilizado como suporte para o desenvolvimento de projetos de saneamento prioritários para atendimento às metas progressivas de qualidade de água e para discussão das diferentes opções de governança para implementação da estratégia proposta para melhoria da qualidade de água.

Foi proposta uma estratégia viável para recuperação da qualidade de água da Baía de Guanabara, que é centrada em implantação de tratamento de esgotos para atendimento às metas de qualidade de água de curto, médio e longo prazos, tendo a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) como parâmetro indicador da melhoria de qualidade de água desejada.

Para melhorias mais imediatas na baía, correspondendo a um cenário de qualidade de água que elimina as condições de anaerobiose e possibilita concentrações de DBO menores que 10 mg/L na baía como um todo, foi considerada prioritária a adoção de sistemas de tratamento por lodos ativados nas bacias do Pavuna-Meriti, Sarapuí e Bangu, na costa oeste e, iniciada a primeira fase de implantação dos sistemas Alcântara e Imboassu, na costa leste.

As metas de médio prazo para a população de 2000 correspondem a 90% de remoção de DBO, 30% de remoção de Nitrogênio Total e 50% de remoção de Fósforo Total, para o objetivo de qualidade de água, com DBO menor que 5mg/L na baía, exceto nas áreas noroeste e nordeste.

A falência do modelo do PLANASA a partir dos anos 1990 criou uma lacuna no setor de saneamento básico. Por outro lado, o conjunto de reformas econômicas da última década modificou as bases sobre as quais se dava a atuação do Estado no domínio econômico e diminuiu de forma expressiva a atuação empreendedora do Estado, transferindo sua responsabilidade principal para o campo da regulação e fiscalização dos serviços delegados à iniciativa privada.

É nesse contexto que se propõe a concessão dos serviços de saneamento da bacia da Baía de Guanabara para a iniciativa privada, cabendo à agência reguladora estadual, o encargo de celebrar convênios com os municípios, zelar pelo contrato de concessão e fiscalizar a implementação do plano de esgotamento sanitário e, conseqüentemente, o atendimento às metas de qualidade de águas de curto, médio e longo prazos, necessárias para melhoria da qualidade da Baía de Guanabara.

O consórcio público de municípios conveniado com o Estado e coordenado pela agência reguladora estadual, não contraria a lógica constitucional, baseada no princípio de eficiência, quanto à distribuição de competência para os serviços de saneamento, função pública de interesse comum na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Essa ação coordenada garante, ainda, o interesse ambiental de recuperação da qualidade de água da Baía de Guanabara, em consonância com a Política Nacional de Recursos Hídricos e com a legislação ambiental vigente.

A partir das avaliações realizadas e considerando que uma bacia de esgotamento com potencial de arrecadação muito alto, deve suportar os investimentos necessários na bacia com potencial de arrecadação muito baixo, são propostas duas concessões dos serviços de saneamento para a bacia da Baía de Guanabara. O primeiro compreende as bacias de esgotamento de Alegria, Penha, Ilha do Governador, Pavuna-Meriti, Sarapuí e Bota; e a segunda cobre as bacias da Zona Sul, Iguaçu, Estrela, Roncador, Macacu, Guaxindiba, Alcântara e Imboassu.

Por outro lado, o sucesso do financiamento do plano de esgotamento sanitário pressupõe estabilidade e clareza dos aparatos legal e regulatório, de forma que os riscos possam ser minimizados. Como uma alternativa de crédito de longo prazo capaz de viabilizar os projetos, destaca-se o papel do *project finance*, que possibilita montar uma estrutura financeira capaz de financiar projetos a partir do seu próprio fluxo de caixa.

Em resumo, o escopo da regulação do saneamento na bacia da Baía de Guanabara visa o atingimento de um resultado prático, que alie a maior satisfação do interesse público significativo com o menor sacrifício possível de outros interesses constitucionalmente protegidos, bem como, secundariamente, com o menor dispêndio dos recursos públicos disponíveis.

## REFERÊNCIAS

- ADEG. ASSESSORIA DE EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE DESPOLUIÇÃO DA BAÍA DE GUANABARA. *Análise Ambiental: Programa de Saneamento Básico da Bacia da Baía de Guanabara*. Rio de Janeiro, 1993. 1v.
- ADEG. ASSESSORIA DE EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE DESPOLUIÇÃO DA BAÍA DE GUANABARA. *Reference Report for Requesting a Loan from the Interamerican Development Bank: Summary of the impact on the water quality*. Program of Basic Sanitation of the Guanabara Bay Basin. Rio de Janeiro, 1993, 1v.
- ADERASA – ASSOCIACION DE ENTES REGULADORES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LAS AMERICAS. Base de Datos e Indicadores de Gestión para Agua Potable y Alcantarillado: Ejercicio Anual de Benchmarking. 2005. [http: www.aderasa.org/es/documentos3.htm](http://www.aderasa.org/es/documentos3.htm).
- ALVES, A. C. *Regiões Metropolitanas, Aglomerações Urbanas e Microrregiões: Novas Dimensões Constitucionais da Organização do Estado Brasileiro*. In Temas de Direito Ambiental e Urbanístico. São Paulo: Advocacia Pública & Sociedade. Ano II. N° 3. 1998.
- ANDREOLI, C. V., CARNEIRO, C. *Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados*. Curitiba: SANEPAR/FINEP, 2005.
- AZEREDO, A. R. *Financiamento de Longo Prazo no Brasil: Project Finance como Alternativa para a Infra-estrutura*. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 1999. Tese de Mestrado.
- BARROSO, L.B. *Constituição e Ordem Econômica e Agências Reguladoras*. In: Revista Eletrônica de Direito Administrativo Econômico, Salvador, Instituto de Direito Público da Bahia, n° 1, fevereiro, 2005. Disponível na Internet: [http: www.direitodoestado.com.br](http://www.direitodoestado.com.br).
- BARROSO, L.B. *Saneamento Básico: Competências Constitucionais da União, Estado e Municípios*. In Revista Diálogo Jurídico, Salvador, CAJ – Centro de Atualização Jurídica, n°13, abril-maio, 2002. Disponível na Internet: [http: www.direitopublico.com.br](http://www.direitopublico.com.br).
- BENOIT, P. L. *Project Finance at the World Bank: an overview of policies and instruments*. Washington, D.C.: The World Bank Technical Paper, No 312, 1996.

- BENJÓ NETO, I. *The Role of Regulatory Agencies in the Brazilian Privatization Process: A Conceptual Approach for the Public Utilities Companies*. Paper presented in George Washington University – IBI Institute of Brazilian Business & Public Management Issues –The Minerva Program, Washington, DC, 1996.
- BERTALANFFY, L. *Teoria Geral dos Sistemas*, trad. por Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.
- BONOMI, C.A, MALVESSI, O. *Project Finance no Brasil: Fundamentos e Estudos de Casos*. Rio de Janeiro: Atlas, 2. ed. 2004.
- BORGES, L.F.X.; SERRÃO, C.F.B. *Aspectos de Governança Corporativa Moderna no Brasil*. Revista do BNDES, Rio de Janeiro: vol. 12, n. 24, p. 111-148, dez.2005.
- BRAILE, P.M, CAVALCANTI, J.E.W.A. *Manual de Tratamento de Águas Residuárias*. São Paulo: CETESB, 1993.
- BRASIL. Ministério de Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Núcleo de Pesquisas em Informações Urbanas da Universidade de São Paulo. *Fundamentos e Proposta de Ordenamento Institucional*. Brasília, 1995. (Série Modernização do Setor de Saneamento; v.1).
- BRASIL. Ministério de Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Escola Brasileira de Administração Pública da Fundação Getúlio Vargas. *Novo Modelo de Financiamento para o Setor de Saneamento*. Brasília, 1995. (Série Modernização do Setor de Saneamento; v.2).
- BRASIL. Ministério de Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Acqua-Plan – Estudos, Projetos e Consultoria. *Flexibilização Institucional da Prestação de Serviços de Saneamento*. Brasília, 1995. (Série Modernização do Setor de Saneamento; v.3).
- BRASIL. Ministério de Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Instituto de Economia do Setor Público. *Proposta de Regulação da Prestação de Serviços de Saneamento*. Brasília, 1995. (Série Modernização do Setor de Saneamento; v.5).
- BRASIL. Ministério de Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Aliança Pesquisa e Desenvolvimento. *Saneamento: Modernização e Parceria*

*com o Setor Privado*. Brasília, 1997. (Série Modernização do Setor de Saneamento; v.9).

BRASIL. Ministério de Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. *Instrumentos para a Regulação e o Controle da Prestação de Serviços de Saneamento*. Brasília, 1998. (Série Modernização do Setor de Saneamento; v.10).

BRASIL. Ministério de Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. *Metodologia de Avaliação Econômico-Financeira de Prestador de Serviços: A Experiência do PMSS II*. Brasília: IPEA, 1998. (Série Modernização do Setor de Saneamento; v.14).

BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. *O Pensamento do Setor de Saneamento no Brasil: Perspectivas Futuras*. Brasília, 2002. (Série Modernização do Setor de Saneamento; v.16).

CARVALHO, B. A. *Glossário de Saneamento e Ecologia*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1981.

CAZAR, R. A. *An Exercise on Chemometrics for a Quantitative Analysis Course*. Journal of Chemical Education, Madison, WI: v. 80, n. 9. 2003.

CHIAVENATO, I. *Introdução à Teoria Geral da Administração. uma visão abrangente da moderna administração das organizações*. 7. ed. ver. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 2ª reimpressão.

CHURCHMAN, C.W. *The System Approach*. Dell Publishing Co., Inc. Nova York, 1968.

COASE, R.H. *The Nature of the Firm*. Economics. v.4. 1937.

COASE. R.H. *A New Institutional Economics*. The American Economic Review, v.88, n.2. 1998

CONSÓRCIO ECOLOGUS-AGRAR. *Plano Diretor de Recursos Hídricos da Baía de Guanabara*. Relatório Final-Síntese. Rio de Janeiro, 2005.

- DHI WATER & ENVIRONMENT. MIKE 21: *A Modeling System for Rivers, Estuaries, Coastal Water and Seas*. Horsholm. Dinamarca, 2002.
- FARIA, V.C.S. *O Papel do Project Finance no Financiamento de Projetos de Energia: Caso da UHE de Cana Brava*. Rio de Janeiro. COPPE/UFRJ/PPE, 2003. Tese de Mestrado.
- FARIAS, P.C.L. *Desempenho, Transparência e Regulação: O Mito das Irresponsabilidades Congênitas*. IX Congresso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública. Madri. 2004.
- FEEMA. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. *Qualidade de Água da Baía de Guanabara (1990/1997)*. Programa de Despoluição da Baía de Guanabara/Programas Ambientais Complementares. Rio de Janeiro, 1998. 1 v.
- FEEMA. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. *Vocabulário Básico de Meio Ambiente*. 4. ed. Rio de Janeiro: Petrobrás. Serviço de Comunicação Social. 1992.
- FIGUEIREDO, G.J.P. *Temas de Direito Ambiental e Urbanístico*. São Paulo: Max Limonade. Advocacia Pública & Sociedade. Ano II. Nº 3, 1998.
- FINNERTY, J.D. *Project Finance: Asset-based financial engineering*. New York. John Wiley&Sons, 1999.
- GOUVÊA, R.G. *A Questão Metropolitana no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.
- HARDING, L.W. *Long-term Trends in the Distribution of Phytoplankton in Chesapeake Bay: Roles of light, Nutrients and Streamflow*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 104, 267-291, 1994.
- IRAR/LNEC. *Guia de Avaliação de Desempenho das Entidades Geradoras de Serviços de Água e Esgotos*. Lisboa, 2005.
- JICA. JAPAN INTERNACIONAL COOPERATION AGENCY. *The Study on Recuperation of the Guanabara Bay Ecosystem*. Tokyo: Kokusai Kogyo, 1994. 5v.

- JICA. JAPAN INTERNACIONAL COOPERATION AGENCY. *The Study on Management and Improvement of the Environmental Conditions of Guanabara Bay of Rio de Janeiro, The Federative Republic of Brazil*. Rio de Janeiro, Interim Report. 2002.
- JICA. JAPAN INTERNACIONAL COOPERATION AGENCY. *The Study on Management and Improvement of the Environmental Conditions of Guanabara Bay of Rio de Janeiro, The Federative Republic of Brazil*. Rio de Janeiro, Main Report. 2003.
- LOW-BEER, J.D. *O Novo Paradigma das Políticas Urbanas: A Regulação dos Serviços Públicos – Limites e Alcances*. São Paulo. USP/Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2000. Tese de Doutorado.
- METCALF & EDDY, INC. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*. Boston: McGraw-Hill. 1979.
- MOITA NETO, J. M., MOITA, G. C. *Uma Introdução à Análise Exploratória de Dados Multivariados*. São Paulo, SP: Química Nova, v. 21, n. 4, 1998.
- MOREIRA NETO, D. F. *Poder Concedente para o Abastecimento de Água*. In Revista de Direito da Associação dos Procuradores do Novo Estado do Rio de Janeiro, no 1, 1991.
- MOREIRA NETO, D. F. *Saneamento Básico – Região Metropolitana – Competência Estadual*. (Parecer), Revista de Direito Administrativo, volume 222, 2000.
- MOREIRA NETO, D. F. *Direito Regulatório*. Rio de Janeiro: Renovar, 2003.
- MORAIS, R.J.; AZEVEDO, M.G.L. & DELMANTO, F.M.A. *As Leis Federais mais Importantes de Proteção ao Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Renovar, 2005.
- MORGAN, M.G.; HENRION, M. *Uncertainty: A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis*. Cambridge University Press. 1990.
- MUKAI, T. *Concessões, Permissões e Privatização de Serviços Públicos: comentários à Lei n.8.987, de 13 de fevereiro de 1995 e à Lei n. 9.074/95, das concessões do setor elétrico (com as alterações da Lei n. 9.648)*. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.



- MUKAI, T. *Temas Atuais de Direito Urbanístico e Ambiental*. Belo Horizonte: Fórum, 2004.
- NIXON, S.W. *Coastal Marine Eutrophication: A Definition, Social Causes and Future Concerns*. *Ophelia* 41: 199-219, 1995.
- ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara. 1988.
- OHIRA, T.H. *Fronteira de Eficiência em Serviços de Saneamento no Estado de São Paulo*. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2005. Dissertação de Mestrado.
- OLIVEIRA, R.G. *Análise de Desempenho Regulatório: Lições da Experiência Britânica na Indústria de Eletricidade*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ/PPE. 2004. Tese de Doutorado.
- OSTROM, Elinor. *An agenda for the study of Institutions*. *Public Choice*. 48 (1). 1986.
- PACHECO, R. S. *Agências Reguladoras no Brasil: Ulisses e as Sereias ou Narciso e Eco?* VIII Congresso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública. Panamá. 2003.
- PARLATORE, A.C. *Privatização no setor de saneamento no Brasil*. OCDE/BNDES, 2000.
- PINHEIRO, A.C. *Regulatory Reform in Brazilian Infrastructure: Where do you stand?* IPEA: Rio de Janeiro, 2003 (Texto para Discussão, 964).
- PINHEIRO, A.C.; FUKASAKU, K. *A Privatização no Brasil: O Caso dos Serviços de Utilidade Pública*. OCDE/BNDES, 2000.
- POSSAS, M.L., PONDE, J.L., FAGUNDES, J. *Regulação da Concorrência nos Setores de Infra-estrutura no Brasil: Elementos para um Quadro Conceitual*. Rio de Janeiro: Instituto de Economia/URFJ. 1997.
- PRADO, P. I., LEWINSOHN, T. M., CARMO, R. L., HOGAN, D. J. *Ordenação Multivariada na Ecologia e seu Uso em Ciências Ambientais*. Campinas, SP: Ambiente e Sociedade, v.10, 2002.

- SALGADO, L.H., SEROA DA MOTA, R. *Marcos Regulatórios no Brasil: o que foi feito e o que falta fazer*. IPEA: Rio de Janeiro, 2005.
- SAN DIEGO-MACLONE, M., SMITH, S.V., NICOLAS, V.F. *Stoichiometric Interpretations of C:N:P ratios in Organic Wastes Materials*. Marine Pollution Bulletin. Vol. No. 4. pp 325-330, 2000.
- SANTANA, E.A; OLIVEIRA, C.A.N.V. *A Estrutura de Governança da Indústria Elétrica : Uma Análise através dos Custos de Transação*. Revista de Economia Contemporânea, UFRJ/Instituto de Economia. Rio de Janeiro, 4(1):147-178, jan./jun. 2000.
- SEROA DA MOTTA, R. *Questões Regulatórias do Setor de Saneamento no Brasil*. Nota Técnica de Regulação 05 do IPEA. Janeiro/2004.
- SEROA DA MOTTA, R; MOREIRA, A.R.B. *Eficiência e Regulação no Setor de Saneamento no Brasil*. IPEA, dez. 2004. (Texto para Discussão, 1059).
- SEROA DA MOTTA, R; MOREIRA, A.R.B. *Eficiência e Regulação no Setor de Saneamento no Brasil*. In: LIVRO IPEA, 2005,
- SEROA DA MOTTA, R; MENDONÇA, M. J.C. *Saúde e Saneamento no Brasil*. Rio de Janeiro: IPEA, abril 2005. (Texto para Discussão, 1081).
- SOBREIRA, R. *Eficiência, Desregulamentação Financeira e Crescimento Econômico: uma Abordagem Pós-keynesiana*. Análise Econômica, Porto Alegre, v. 18, n. 33, p. 29-52, 2000.
- SOMLYÓDY, László et alii. *Guanabara Bay Water Quality Model and its application* (BRA/90/010); Synthesis Report. s.l., s. ed., 1998.
- TAVARES, R. P. *Opções de Financiamento para Projetos de Saneamento Ambiental*. Palestra. Congresso Anual de Saneamento. São Paulo. 2006.
- THE WORLD BANK. *Brazil: Managing Water Quality. Mainstreaming the environment in the water sector*. Washington, D.C.: World Bank Technical Paper No. 532. 2002.

THE WORLD BANK. *Brazil: Water Sector Review and Brown Environmental Agenda*. Draft Discussion Paper. 2002.

THE WORLD BANK. *Managing Urban Water Supply and Sanitation Operation: Operation and Maintenance, Lessons and Practice*. The World Bank, 1994.

THOMANN, R.V.; MUELLER, J.V. *Principles of Surface Water Quality Modeling and Control*. New York: Harper and Row Publishers, 1987.

TUROLLA, F. A. *Política de Saneamento Básico: Avanços Recentes e Opções Futuras e Políticas Públicas*. IPEA: Brasília, 2002. (Texto para Discussão, 922).

TUROLLA, F. A. *Saneamento Básico: Experiência Internacional e Avaliação de Propostas para o Brasil*. Brasília: CNI, 2006.

VOLLENWEIDER, R.A. *Scientific Fundamentals of the Eutrophication of Lakes and Flowing Waters, with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorous as Factors in Eutrophication*. Paris, OECD-Report DAS/CSI/68.27. 220p. 1968.

WILLIAMSON, O. *The Logic of Economic Organization*. In: O. Williamson e S. Winter. *The Nature of the firm, origins, evolution and development*. Nova York: Oxford University Press. 1993.

WILLIAMSON, O. *The Mechanisms of Governance*. Oxford: Oxford University Press. 1996.

WILLIAMSON, O. *The Institutions of Governance*. The American Economic Review, v.88, n.2. p. 75-79. 1998.

WILLIAMSON, O. *The Economics of Governance*. American Economic Review, Vol. 95, No. 2, May 2005.

WILLIAMSON, O. *The Theory of the Firm as Governance Structure*. Journal of Economic Perspectives, Vol. 16, No. 3, Summer 2002.

WORLD COMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Our Common Future*. Oxford University Press: Nova Iorque. 1987.