



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente

Mestrado em Engenharia Ambiental

Modalidade: Dissertação



ANÁLISE DA INTERCONEXÃO DOS SISTEMAS DE ESGOTOS SANITÁRIO E
PLUVIAL DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO: VALORIZAÇÃO DAS COLEÇÕES
HÍDRICAS SOB PERSPECTIVA SISTÊMICA

Alexandre Pessoa Dias

Orientadora: *Thereza Christina de Almeida Rosso*

Rio de Janeiro

Outubro de 2003

ANÁLISE DA INTERCONEXÃO DOS SISTEMAS DE ESGOTOS SANITÁRIO E
PLUVIAL DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO: VALORIZAÇÃO DAS COLEÇÕES
HÍDRICAS SOB PERSPECTIVA

Alexandre Pessoa Dias

Trabalho Final submetido ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada por:

Prof^a. Thereza Christina de Almeida Rosso, D.Sc. - Presidente
PEAMB/UERJ

Prof. Josué Setta, D.Sc.
DCCT/UERJ

Prof. Szachna Eliaz Cynamon, D.Sc.
ENSP/FIOCRUZ

Prof. Léo Heller, D.Sc.
DESA/UFMG

Rio de Janeiro
Outubro de 2003

PESSOA DIAS, ALEXANDRE

Análise da Interconexão dos Sistemas de Esgotos Sanitário e Pluvial da Cidade do Rio de Janeiro: Valorização das Coleções Hídricas sob Perspectiva Sistêmica. [Rio de Janeiro] 2002.

xviii, 244 p. 29,7 cm (FEN/UERJ, Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - Área de Concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial, 2003.)

Dissertação - Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

1. Esgotamento Sanitário
 2. Drenagem Pluvial
 3. Concepção Sistêmica
 4. Valorização das coleções hídricas
- I. FEN/UERJ II. Título (série)

RESUMO

Análise da Interconexão dos Sistemas de Esgotos Sanitário e Pluvial da Cidade do Rio de Janeiro: Valorização das Coleções Hídricas sob Perspectiva Sistêmica

O controle do aporte indevido de esgoto sanitário nas coleções hídricas da Cidade do Rio de Janeiro proveniente das interconexões entre os sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial é um desafio de difícil equacionamento. Sua extensão já é um fator limitante ao desenvolvimento das potencialidades deste ecossistema urbano, questão amplamente discutida em diversos estados do país e no exterior e, no entanto, minimamente enfrentada nesta cidade. O estudo histórico dos sistemas de esgotos demonstrou que soluções parciais e fragmentadas de pretensa despoluição dos corpos hídricos cariocas têm atuado sobretudo nos efeitos e não nas causas desta poluição, mostrando-se ambientalmente insustentáveis. A avaliação consignada no fluxograma “soluções atípicas insustentáveis”, configurou a existência de múltiplas barreiras sanitárias, de resultados questionáveis, que tornaram ainda mais complexas e custosas a operação e manutenção dos sistemas de esgotos, demonstrando a pouca compreensão da interdependência entre os sistemas de saneamento e as comunidades. O trabalho constatou que algumas dificuldades de pretensa ordem técnica têm como origem limitações conceituais. A superação deste cenário perpassa por uma mudança na concepção das intervenções de engenharia na cidade, enfocando as fontes de poluição em sua natureza holística e a necessidade de um conjunto de ações sistêmicas sobre o esgotamento sanitário e pluvial que tenha como estratégia principal a valorização das coleções hídricas urbanas. Nas recomendações propõe-se um conjunto de ações articuladas, através do Programa Caça-Esgoto, que objetiva a recuperação das vantagens do sistema separador absoluto.

Palavras-Chave: Esgotamento Sanitário, Drenagem Pluvial, Concepção Sistêmica, Histórico dos Sistemas de Esgotos.

ABSTRACT

Analysis of the Interconnectivity of the Sanitary and Rain Drainage Systems in the City of Rio de Janeiro: Emphasis on Water Bodies from a Systemic Perspective

The control of sanitary sewage discharge into the receiving waters through unlawful full connections between sewer system and rainfall collection system is a difficult challenge in the City of Rio de Janeiro. Its proportion has been a limiting factor to the development of full potential of the local hydric ecosystems that, besides their importance has been minimally faced by the public authorities. The city history of sewage systems demonstrated that partial and fragmented solutions to improve the water resources quality had been focused on the effects and not in the causes of the pollution and are environmentally unsustainable. The evaluation presented in the flow chart “Unsustainable non Typical Solutions” showed the existence of many sanitary barriers with questionable results, which, in turn, have made the operation and maintenance of the sewage systems even more complex and costly, as consequence of the lack of comprehension about the interdependence of sanitation systems and communities. The study found out that some difficulties considered as technical ones in reality derived from conceptual limitations. Such a change should focus on the sources of pollution in a holistic way, as well as on the need for a set of systemic actions on the sanitary drainage system, one which would strategically target urban rain drainage. The study suggest a group of articulated actions, through the “*Caça-Esgoto*” Program, to recover the advantages of the *separated sewer* system.

Key words: Sanitary sewage, Rain drainage, Systemic concept, History of sewage systems

A Pedro Eich Pessoa Dias,
revelação de amor sem
proporções.

Filho, agora pode desligar o
computador, e vamos ao
parquinho.

“(...) De uma coisa nós sabemos: A terra não pertence ao homem; é o homem que pertence a terra. Disto temos certeza. Todas as coisas estão interligadas, como sangue que une uma família. Tudo quanto agride a terra, agride os filhos da terra.

Não foi o homem quem teceu a trama da vida: ele é meramente um fio da mesma. Tudo o que ele fizer à trama, a si próprio fará”.

(Carta do chefe indígena Seattle ao Presidente dos Estados Unidos, Franklin Pierce, em 1853).

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado do Rio de Janeiro, constituída pelo seu corpo docente, discente e técnico-administrativo, que no compartilhamento de suas ansiedades, desejos, lutas e comemorações me fizeram aprender e reconhecer a universidade como fonte inesgotável de aprendizado, de importância vital para o país.

Ao Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-HIDRO), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

À prof^a Thereza Christina de Almeida Rosso pela orientação, confiança e oportunidades oferecidas, fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos caros professores Maurício José Ferrari Rey, Moacyr Carvalho Filho, José Alexandre Pimenta e Carlos Alberto Pereira Correia, que souberam compreender em minha intensa vida universitária à vontade de participar da construção de nossa universidade e do reconhecimento aos meus esforços em atuar como engenheiro, para exercer através de minha profissão, o retorno à sociedade. Obrigado, pelos votos de confiança, estímulos, oportunidades e principalmente, pela amizade.

Aos professores do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da UERJ, em especial a Joberto Macedo Pimentel, Gandhi Giordano, Elmo Rodrigues da Silva e Odir Clécio Roque pelo apoio neste trabalho.

Aos colegas de projetos que colaboraram neste trabalho, os engenheiros Ary Castro Pinto de Castro e Carlos Alexandre P. R. Batista. Aos estagiários que muito me ensinaram, através de suas dúvidas, ansiedades e visões de mundo; em especial: Raul Severo, Ágatha Reguse, Patrick Feno, Nicolas Tateishi, Gustavo Caldas, Alessandra Almeida, Renata da Silva, Clarissa Miranda, Lívia Santiago, Eliane Kuhnert, Camila Dias.

Ao mestre prof. Breno Marcondes Silva (*in memoriam*), por sua trajetória profissional, marcada por fortes compromissos com a universidade pública e com as condições sócio-ambientais de nossa cidade e mundo, por suas aulas, estímulos a profissão por nós escolhida e pela eterna orientação dada através de seus ensinamentos, que pela intensidade e profundidade, se revelam de forma distinta e surpreendente para mim a cada dia. Obrigado

também a seu filho, Dalton Marcondes Silva, pelos ensinamentos de Ecologia na Fiocruz e em sua residência.

À vida e à cidade onde moro, que aprendi no passado a amar de longe e depois a vivenciar seus problemas e beleza expressas em seu patrimônio histórico cultural e em sua natureza, que contemplada em diversos ângulos, me reforça nos compromissos de dedicação à sua valorização.

Aos meus companheiros de movimento estudantil, em especial aos amigos Eduardo Henrique, Alexandre Seixas França, André Castro e Andréa Matheus Caldeira, que junto comigo continuam acreditando na necessidade de uma sociedade melhor.

À Milena Campos Eich, minha companheira, alma gêmea de muito tempo. Pelo apoio espontâneo e grandes esforços em todos os momentos, inclusive no acompanhamento das intermináveis revisões de texto, vocação que lhe confere. Aos sogros e amigos Neri Vitor e Elza Rita pela grande herança que lhe deram: a intelectualidade, com olhar atento às classes menos favorecidas de nosso povo.

E finalmente, à minha querida mãe pela alegria de viver e insistência em lutar por oportunidades para seus filhos, exemplo de mulher nordestina trabalhadora.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	001
2. OBJETIVOS E METODOLOGIA	005
2.1. Objetivo Geral	005
2.2. Objetivos Específicos	005
2.3. Metodologia	006
3. MARCO TEÓRICO	008
3.1. Concepção Sistêmica	008
3.2. Ecossistema Urbano	015
3.3. Poluição	019
3.4. Sistemas de Saneamento	021
3.4.1. Definições.....	021
3.4.2. Fundamentos Básicos e Princípios.....	024
4. PREMISSAS OPERACIONAIS DOS SISTEMAS DE ESGOTOS	027
4.1. Visão Integrada dos Sistemas de Saneamento	027
4.1.1. Planejamento Urbano Ambiental	027
4.1.2. Interdependência com a Sociedade.....	033
4.2. O Esgoto Sanitário	037
4.3. Os Sistemas de Esgotos	043
5. HISTÓRICO DOS SISTEMAS DE ESGOTOS DA CIDADE DO RIO DE	
JANEIRO	048
5.1. Evolução das Concepções de Saneamento	048
5.2. Primeiras Intervenções no Rio de Janeiro	054
5.2.1. Eliminação dos “Ecossistemas Adversos”.....	054
5.2.2. Práticas Individuais para o Esgoto Doméstico.....	063
5.3. Sistemas Coletivos de Esgotos	072
5.3.1. Influência Inglesa.....	072
5.3.2. Pioneirismo em Nível Mundial.....	075
5.3.3. Evolução dos Tipos de Sistemas de Esgotos.....	080
5.3.4. Concessionárias dos Serviços de Esgotos.....	093
5.3.5. A Questão da Ocupação Urbana.....	111
6. INTERCONEXÃO ENTRE OS SISTEMAS DE ESGOTOS	129
6.1. Introdução	129
6.2. Os “Canais de Esgotos”	130

6.2.1. Caracterização das Coleções Hídricas na Cidade do Rio de Janeiro.....	130
6.2.2. Degradação Ambiental dos Corpos Hídricos.....	134
6.3. Estruturas e Condições Operacionais das Interconexões.....	141
6.3.1. Origens.....	141
6.3.2. Elementos Atípicos do Sistema Separador Absoluto.....	149
6.3.3. Estações de Tratamento nos Cursos dos Canais, Rios e Praias.....	162
6.4. Contaminação por Esgoto Sanitário.....	166
6.4.1. Regulamentação.....	166
6.4.2. Riscos Epidemiológicos e Ambientais.....	167
6.5. Discussão.....	165
7. VALORIZAÇÃO DAS COLEÇÕES HÍDRICAS - UMA NOVA PERSPECTIVA.	189
7.1. Generalidades.....	189
7.2. Estudos de Referência.....	195
7.2.1. A Política de Recursos Hídricos.....	195
7.2.2. Classificação e Uso dos Corpos Hídricos.....	196
7.2.3. Plano Diretor de Esgotamento Sanitário.....	202
7.2.4. Plano Diretor de Drenagem Urbana.....	203
7.3. Programa de Despoluição da Baía de Guanabara.....	204
7.4. Indicadores de Desempenho dos Sistemas de Esgotos.....	206
8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	210
8.1. Conclusões.....	210
8.2. Proposições e Perspectivas.....	220
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	230
ANEXO - Rio Carioca: da sua história, o que preservar?	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relações dinâmicas entre processos sociais e ecológicos.....	13
Figura 2. Inter-relações entre sistemas ambientais e humanos.....	16
Figura 3. Trocas de energia, matéria e informação entre a cidade e seu entorno.....	17
Figura 4. Barreiras sanitárias.....	23
Figura 5. Ciclo de empreendimentos de saneamento.....	31
Figura 6. Modelos de desenvolvimento atual e sustentável.....	51
Figura 7. Mapa topográfico da Cidade do Rio de Janeiro.....	55
Figura 8. Canal do Manguê.....	56
Figura 9. Arrasamento do morro do Castelo.....	57
Figura 10. Alterações físicas do centro da cidade do Rio de Janeiro.....	59
Figura 11. Aspectos da Lagoa Rodrigo de Freitas.....	60
Figura 12. Delimitações das margens da Lagoa Rodrigo de Freitas.....	60
Figura 13. Evolução urbanística na Cidade do Rio de Janeiro.....	62
Figura 14. Principais valas do centro da cidade em meados do séc. XIX.....	64
Figura 15. O “Tigre” de Debret.....	68
Figura 16. Charge: as imundícies das ruas no Rio de Janeiro.....	70
Figura 17. Charge: o lançamento de dejetos nas praias da cidade.....	70
Figura 18. Localização da Estação de Tratamento de Esgoto da Glória.....	79
Figura 19. Bombas da elevatória da Glória fabricadas pela James Watt&Co.....	79
Figura 20. Cloaca Máxima.....	81
Figura 21. Aspectos do sistema de esgotos “ <i>tout-à-l’égout</i> ”.....	82
Figura 22. Museu do “ <i>tout-à-l’égout</i> ”.....	82
Figura 23. Estações elevatórias de esgoto concebidas por Saturnino de Brito.....	85
Figura 24. Elementos de controle de gases em rede coletora de esgoto sanitário.....	87
Figura 25. Tanque fluxível concebido por Saturnino de Brito.....	90
Figura 26. Mictório redutor de consumo de água.....	91
Figura 27. Esquema de sistema predial de esgoto sanitário a vácuo.....	91
Figura 28. Protótipo de bacia sanitária para redução no consumo de água.....	92
Figura 29. Antiga Estação de Tratamento de Esgoto da Gamboa, 1866.....	95
Figura 30. Divisão contratual das áreas de esgotamento sanitário da City e da IAE.....	98
Figura 31. Sistema de esgotamento sanitário do Estado da Guanabara em 1964.....	103
Figura 32. Cortiços nos fundos dos prédios nº 12 a 44 da rua do Senado.....	112
Figura 33. Distribuição das áreas favelizadas na Cidade do Rio de Janeiro em 1999.....	116

Figura 34. Favela do morro de Santo Antônio.....	117
Figura 35. Aspectos dos parques proletários.....	119
Figura 36. Favela da Rocinha nas décadas de 50 e 60.....	120
Figura 37. Conjunto habitacional Vila Kennedy.....	120
Figura 38. Comunidade Salsa e Merengue, Complexo da Maré.....	124
Figura 39. Insalubridade em Vigário Geral.....	124
Figura 40. Mapa Hidrográfico da Cidade do Rio de Janeiro.....	133
Figura 41. Inundação na Praça da Bandeira em 29 janeiro 1940.....	136
Figura 42. Concepção dos interceptores da Cidade do Rio de Janeiro.....	151
Figura 43. Aspectos construtivos do Interceptor Oceânico da Zona Sul.....	152
Figura 44. Planta Geral do Sistema de Esgotamento da Zona Sul em 1969.....	153
Figura 45. Desenho esquemático do Sistema Marina da Glória.....	155
Figura 46. Coletores do Sistema Marina da Glória.....	155
Figura 47. Galeria de cintura da Lagoa Rodrigo de Freitas.....	157
Figura 48. Estruturas de Captação de Tempo Seco.....	158
Figura 49. Desembocadura do canal da Visconde de Albuquerque.....	159
Figura 50. Comporta do canal da rua General Garzon.....	159
Figura 51. Comporta e estrutura de bombeamento do canal da Visconde de Albuquerque. .	160
Figura 52. Esquema das estruturas de esgotamento da Lagoa Rodrigo de Freitas.....	160
Figura 53. Estação de Tratamento do rio Carioca.....	163
Figura 54. Obras de despoluição da praia de São Conrado.....	164
Figura 55. Aspectos da praia de Ramos.....	165
Figura 56. Poluição da praia da Barra da Tijuca pelo Canal da Joatinga.....	168
Figura 57. Formação de “línguas negras”.....	170
Figura 58. Ligações irregulares de esgoto doméstico na favela Rio das Pedras.....	172
Figura 59. Modelo causal de doenças relacionadas à drenagem urbana.....	173
Figura 60. Modelo de troca “esgoto - coleções hídricas”.....	175
Figura 61. Marco casual da diarreia em Betim, MG.....	176
Figura 62. Fluxograma da “Solução Convencional Eficiente”.....	185
Figura 63. Fluxograma das “Soluções Atípicas Insustentáveis”.....	186
Figura 64. Usos da água.....	199

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Paradigmas dominante e alternativo.....	14
Quadro 2. Doenças relacionadas à contaminação por fezes.....	42
Quadro 3. Acidentes desaparecidos e alterados do centro da cidade do Rio de Janeiro.....	58
Quadro 4. Evolução política da Cidade do Rio de Janeiro.....	76
Quadro 5. Concessionárias e repartições dos serviços de esgotos do Rio de Janeiro.....	93
Quadro 6. Eventos e marcos jurídico-intitucionais dos serviços de esgoto.....	107
Quadro 7. Implantação dos primeiros sistemas de esgotos da Cidade do Rio de Janeiro.....	108
Quadro 8. Bacias de esgotamento sanitário da Cidade do Rio de Janeiro.....	111
Quadro 9. Episódios pluviais causadores de impactos sócio-ambientais na Cidade do RJ...	137
Quadro 10. Contraponto entre conceitos higienistas e alternativos de drenagem.....	193
Quadro 11. Classificação das águas doces em função dos usos preponderantes.....	197
Quadro 12. Usos diversos das águas.....	198
Quadro 13. Categorias de análise e variáveis propostas de indicadores ambientais.....	209

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Alterações dos ecossistemas da Baía de Guanabara provocadas por ações antrópicas.....	61
Tabela 2. Crescimento populacional da Cidade do Rio de Janeiro, 1585-1950.....	114
Tabela 3. Crescimento da população total e subnormal da Cidade do RJ, 1950-2000.....	114
Tabela 4. Principais rios cariocas.....	132
Tabela 5. Padrões de qualidade dos principais parâmetros das águas, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA nº 20/86.....	200
Tabela 6. Classificação expedita da situação dos corpos d'água.....	201

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (até 1977)
ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRH	Associação Brasileira de Recursos Hídricos
AEERJ	Associação das Empresas de Engenharia do Rio de Janeiro
APA	Áreas de Proteção Ambiental
APAC	Áreas de Proteção ao Ambiente Cultural
APARU	Áreas de Proteção Ambiental e Recuperação Urbana
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNH	Banco Nacional de Habitação
CABES	Catálogo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental
CECA	Comissão Estadual de Controle Ambiental
CEDAE	Companhia Estadual de Águas de Águas e Esgotos
CEDAG	Companhia Estadual de Águas da Guanabara
CITY	<i>The Rio de Janeiro City Improvements Company Limited</i>
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COHAB	Companhia de Habitação Popular
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPEs	Comissão de Planejamento do Sistema de Esgoto do Distrito Federal
CTS	Captação de Tempo Seco
CT-HIDRO	Fundo Setorial de Recursos Hídricos
DAA	Departamento de Águas
DAE	Departamento de Águas e Esgotos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DES	Departamento de Esgoto Sanitário (até 1964)
DES	Departamento de Saneamento
DESMA	Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente
DNOS	Departamento Nacional de Obras de Saneamento
DRC	Departamento de Rios e Canais
ESAG	Empresa de Saneamento da Guanabara
ESEI	Emissário Submarino de Ipanema
ENSP	Escola Nacional de Saúde Pública
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário
FAPERJ	Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do RJ
FEEMA	Fundação Estadual da Engenharia do Meio Ambiente
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FIBGE	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
GAP	Galeria de Águas Pluviais
GEAP	Grupo Executivo de Assentamentos Populares
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GPS	<i>Global Position System</i>
IAE	Inspetoria de Águas e Esgotos
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IES	Instituto de Engenharia Sanitária
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPP	Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos
JBIC	<i>Japan Bank for International Cooperation</i>

NBR	Norma Brasileira Registrada
OMC	Serviços de Operação; Manutenção e Conservação
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PAT-	
PROSANEAR	Programa de Assistência Técnica ao Prosanear
PCRJ	Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro
PDBG	Programa de Despoluição da Baía de Guanabara
PDES-RMRJ	Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e das Bacias Contribuintes à Baía de Guanabara
PDLI	Plano de Desenvolvimento Local Integrado
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PMSS	Programa de Modernização do Setor Saneamento
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROFACE	Programa das Favelas da CEDAE
PROSANEAR	Programa de Saneamento Básico para a População de Baixa Renda
PSI	Projeto de Saneamento Integrado
PVC	Cloreto de Polivinila
RES	Rede Coletora de Esgoto Sanitário
RIO-ÁGUAS	Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro
RMRJ	Região Metropolitana do Rio de Janeiro
SAEDF	Serviço de Águas e Esgotos do Distrito Federal
SANERIO	Plano Diretor de Esgotamento Sanitário para Região Metropolitana do Rio de Janeiro e Área Contribuinte à Baía de Guanabara
SANERJ	Companhia de Saneamento do Estado do Rio de Janeiro
SEAERJ	Sociedade dos Engenheiros e Arquitetos do Estado do Rio de Janeiro
SEDU	Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano
SEMA	Secretaria Estadual de Obras e Meio Ambiente
SEMADS	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SEMADUR	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano
SERLA	Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas
SERFHA	Serviço de Recuperação de Favelas e Habitações Anti-Higiênicas
SESP	Serviço Especial de Saúde Pública
SESRH	Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos
SFAE	Serviço Federal de Águas e Esgotos
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SLAP	Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras
SMAC	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SURSAN	Superintendência de Urbanização e Saneamento
UCA	Unidades de Conservação Ambiental
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USAID	<i>United States Agency for International Development</i>

1. INTRODUÇÃO

“O mundo não vai superar sua crise atual usando o mesmo pensamento que criou essa situação” (Albert Einstein).

O modelo de desenvolvimento capitalista é pautado no consumismo e tem como conseqüência inevitável o consumo perdulário de matéria e energia, gerando grande produção de resíduos. Dentro de uma visão utilitarista, onde o espaço produzido segue a lógica produtivista que visa incessantemente maiores rentabilidades, os elementos do mundo natural, a água, o ar e a terra foram, convertidos em atributos da sociedade, em bens de consumo, nos estritos limites do reino da propriedade privada.

Sendo responsável direta por significativas transformações da natureza, uma vez que é capaz de valer-se de diversas ciências para desenvolver tecnologias e procedimentos capazes de minimizar os impactos das ações antrópicas sobre o meio ambiente, a engenharia está incorporada à questão ambiental. Na atualidade, a poluição urbana tornou-se um dos fatores mais limitantes para o desenvolvimento das potencialidades das cidades.

Inúmeros projetos de ocupação territorial, obras e implantação de tecnologias geram graves conflitos de uso dos recursos naturais, provocando impactos ambientais, econômicos e sociais. As ações de saneamento devem incorporar conceitos e modelos ecológicos para efetivamente obterem resultados profícuos. Estas mesmas ações devem ser analisadas em suas mínimas conseqüências, de maneira a permitir o desenvolvimento de todo um substrato tecnológico capaz de impedir ou neutralizar a introdução de resultados secundários nocivos.

A visão ambiental de um cenário como a Cidade do Rio de Janeiro deve ser abrangente e focar aspectos de arquitetura e engenharia urbana, de infra-estrutura de saneamento, moradia, controle da poluição e conservação do patrimônio natural, estético e social, verificando os níveis de qualidade de vida, preservação e recuperação dos ecossistemas.

O nível de atendimento proporcionado às populações urbanas pelas obras de saneamento já teve, no Brasil, como resultado da implantação de novos equipamentos e ampliação de sistemas já existentes, um considerável incremento com relação ao abastecimento de água. Entretanto, para os sistemas de esgotos (sanitários e pluviais), a situação ainda é precária.

Os sistemas de esgotamento sanitário, tanto nos aspectos quantitativos como qualitativos, são ainda um grande desafio às políticas públicas do país, uma vez que seu custo é reconhecidamente elevado e exigem tecnologias apropriadas de planejamento, projeto e construção, devido aos múltiplos fatores intervenientes. Mediante o crescimento das urbes e do consumo de água, esta questão tem se agravado a cada dia.

Segundo a FIBGE, no Censo Demográfico 2000, *“das condições de saneamento básico, o esgotamento sanitário é o que apresenta o mais longo caminho a ser percorrido para atingir índice satisfatório que possa garantir melhorias nas condições de moradia e saúde da população, bem como preservar a qualidade do meio ambiente”*.

As legislações urbanísticas e ambientais estão em estágio avançado, porém sua real implementação depende fundamentalmente de vontade política. Recursos financeiros e humanos devem ser efetivamente alocados para este fim, traduzindo-se em monitoramento, controle, fiscalização e punição aos infratores. As demandas legais relativas à evolução da questão ambiental e aos cenários desenvolvidos incluem com destaque a lei federal nº 9.605/98 (*Lei de Crimes Ambientais*) que prevê punições civil, administrativa e criminal derivadas de conduta lesiva ao meio ambiente, sendo uma expressão de amadurecimento da sociedade. O direito à saúde e ao saneamento é constitucionalmente tutelado, portanto, os serviços de água e esgoto são passíveis de serem cobrados judicialmente pelo Ministério Público, podendo gerar ao estado e aos prestadores do serviço público a obrigação de reparar os danos causados por sua prestação deficitária, insuficiente ou inexistente.

Por outro lado, ações pró-ativas responsáveis e compromissadas com o meio ambiente tendem a ser reconhecidas e valorizadas. O desenvolvimento de padrões de condutas e normalizações internacionais, como a série ISO 14.000 - *Sistemas de Gestão Ambiental*, gera demandas em nível mundial, dando respaldo à atuação dos órgãos e dos profissionais responsáveis pela gestão do saneamento ambiental. A parametrização de indicadores de desempenho dos sistemas de saneamento vem se firmando como uma premissa operacional da qual a sociedade vem exigindo prestação de contas. Os sistemas de esgotos são elementos básicos fundamentais à estruturação das cidades e a superação de suas defasagens e dificuldades operacionais, dentro do indissociável binômio *quantidade-qualidade*, são imprescindíveis para que a cidade cumpra a função social a que deve aspirar.

Nesse sentido, esta dissertação apresenta a problemática das interconexões entre os sistemas de esgoto sanitário e de drenagem pluvial na Cidade do Rio de Janeiro, que impedem a eficácia destes sistemas de saneamento enquanto barreiras sanitárias e ecológicas. A temática abordada é de grande relevância para o controle da poluição e pretende reiterar a necessidade de melhor utilização das coleções hídricas urbanas.

Procurou-se, à luz da concepção sistêmica, analisar os sistemas de esgotos da cidade, partindo-se da compreensão de que os sistemas de saneamento são dinâmicos e sofrem constantes mudanças ditadas pelos diversos atores sociais que produzem o espaço urbano. Devem ser priorizados as políticas e os programas de recuperação dos ecossistemas fluviais, lacustres, marítimos e edáficos, ainda que se encontrem altamente antropizados, pois mesmo assim desempenham funções vitais para a saúde ambiental.

A limitação dos recursos naturais e o nível de hipertrofia e complexidade do ecossistema urbano estabelecem e ratificam o paradigma de que as intervenções em saneamento, para cumprirem seus objetivos sanitários, devem atender aos condicionantes ecológicos, superando suas próprias limitações setoriais.

O texto está estruturado em oito capítulos, incluindo-se esta introdução (*Capítulo 1*), além do Anexo. No *Capítulo 2* são apresentados os objetivos almejados, o geral e os específicos, bem como a metodologia de pesquisa adotada.

O marco teórico apresentado no *Capítulo 3* está fundamentado na *Concepção Sistêmica* como premissa e perspectiva para o desenvolvimento adequado do Saneamento Ambiental. A urbe está colocada enquanto ecossistema urbano que sofre com a complexidade dos efeitos da poluição, aqui entendida como problema de natureza holística. Os sistemas de saneamento, onde se enquadram os sistemas de esgotos, são definidos e norteados por fundamentos básicos e princípios que estabelecem os critérios de eficiência e eficácia.

O *Capítulo 4* destaca o planejamento ambiental urbano que considere a inter-relação entre os sistemas de saneamento e sua interdependência com a sociedade, colocadas como premissas operacionais.

Foi necessária ampla consulta bibliográfica para a confecção do *Capítulo 5*, que pretende traçar a evolução histórica dos sistemas de esgotos da Cidade do Rio de Janeiro, dentro de uma análise crítica, na tentativa de superar visões setoriais e superficiais, artificialmente fragmentadas. Dificuldades foram encontradas pela alta dispersão das informações e pela escassez de trabalhos que primassem pela preocupação com estes aspectos.

A evolução dos sistemas de saneamento está vinculada ao desenvolvimento institucional do Estado, ao modo de produção, ao desenvolvimento tecnológico e à distribuição de renda.

A disseminação da pobreza pelo tecido urbano dificulta a preservação dos recursos naturais e dos sistemas artificiais de proteção ambiental, de tal forma que a miséria pode ser considerada o maior obstáculo para a sustentabilidade dos ecossistemas. Desenvolver o saneamento ambiental requer em primeira e última instâncias soluções sócio-econômica-políticas relativos a emprego e renda.

No *Capítulo 6*, a pesquisa caracteriza o elevado estado de interconexão entre os sistemas de esgotos da cidade, onde soluções emergenciais e pontuais, porém “permanentes”, desconfiguraram o sistema de esgoto sanitário, concebido em tese como *separador absoluto*.

São identificados os riscos epidemiológicos e ambientais inseridos nos elementos atípicos ao tipo de esgotamento sanitário da cidade, conseqüência das interconexões existentes e aqueles em que a alternativa adotada ratifica a permanência das interconexões e de seus efeitos danosos.

No *Capítulo 7*, o trabalho justifica e acrescenta argumentos sobre a necessidade do controle das fontes de poluição provenientes dos aportes de esgotos irregulares. Subsidiase na classificação e uso dos corpos hídricos, na atual política de recursos hídricos estabelecida nas legislações federal e estadual 9.433/97 e 3.239/99, respectivamente, no Plano Diretor de Esgotamento Sanitário de 1994, ainda vigente, e no termo de referência para elaboração do futuro Plano Diretor de Drenagem Urbana da Cidade do Rio de Janeiro. O levantamento de indicadores de desempenho dos sistemas de esgotos foi necessário ao entendimento das atuais tendências dos estudos e iniciativas desenvolvidos para a melhoria operacional dos serviços de esgotos.

As conclusões e recomendações apontadas no *Capítulo 8* sistematizam os principais aspectos abordados e tecem proposições julgadas necessárias para a mudança do cenário de degradação ambiental. Este capítulo apresenta a necessidade de reativação das obras dos sistemas de esgotos na Bacia de Jacarepaguá e Zona Oeste e de mudança de curso do atual Programa de Despoluição da Baía de Guanabara para que este efetivamente coloque os sistemas de esgoto em um outro patamar, sintetizando uma proposta: o *Programa Caça – Esgotos* - visando a redução da interconexão entre os esgotos sanitário e pluvial, com as adequações e ampliações necessárias ao sistema de esgotamento sanitário.

O *Anexo* contém uma breve descrição da historiografia do rio Carioca, suas características e relevância, justificando a implantação de um plano de manejo de recuperação ambiental, que poderia vir a ser um marco na mudança de relação frente aos cursos d’água urbanos.

Para dar a dissertação a necessária unidade, foram abordados os sistemas de esgotamento sanitário, a drenagem pluvial, suas inter-relações e a interdependência destes às bacias hidrográficas urbanas e à população residente na ainda bela Cidade do Rio de Janeiro.

2. OBJETIVOS E METODOLOGIA

“É indiscutível a importância dos conhecimentos relativos à história das ciências ou à evolução das técnicas, como importante subsídio para o próprio estudo científico ou tecnológico” (José Martiniano de Azevedo Netto).

2.1. Objetivo Geral

Esta dissertação pretende analisar a problemática das interconexões entre os sistemas de esgotamento sanitário e pluvial da Cidade do Rio de Janeiro, verificando até que ponto o tipo de sistema oficialmente concebido - *separador absoluto* - de fato contempla suas funções sanitárias e ambientais de coleta, transporte e destino final adequado dos esgotos sanitários. Procura-se trabalhar a hipótese de que muitas das soluções adotadas para a despoluição dos corpos hídricos estão gradualmente descaracterizando e desqualificando as vantagens deste sistema.

2.2. Objetivos Específicos

A elaboração de uma proposta de valorização sistêmica das coleções hídricas, com a correspondente ampliação de seus usos, deve se apresentar como uma meta a ser almejada pela gestão ambiental dos sistemas de esgotos. Por conseguinte, vem a ser objeto deste estudo os seguintes itens complementares:

- Análise da evolução dos sistemas de esgotos (sanitário e pluvial) dentro de uma contextualização histórica;
- Compreensão da multicausalidade da poluição e seus efeitos;
- Verificação da relação de interdependência entre a comunidade e a gestão dos serviços de esgotos e de infra-estrutura urbana;

- Estudo das condições de operação, manutenção e conservação destes sistemas, avaliando sua relação com as obras de ampliação;
- Elaboração do escopo de um programa de eliminação das interconexões entre os sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial.

2.3. Metodologia

O método de pesquisa adotado foi o bibliográfico, com consulta a dados primários e secundários, priorizando inicialmente o acervo técnico do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (DESMA). A participação no projeto: *Histórico do Saneamento Ambiental da Região Metropolitana do Rio de Janeiro*, desde setembro de 2001, e no *Projeto de Memória: História do DESMA*, a partir de janeiro de 2003, possibilitou a sistematização das fontes mediante levantamento e cadastro deste acervo histórico. A prioridade desses estudos se deve ao alto nível técnico dos especialistas e professores que fizeram e fazem parte do quadro docente do DESMA, ao longo dos seus 30 anos de existência, com relevantes contribuições para o saneamento no Estado do Rio de Janeiro.

A pesquisa também focalizou artigos e trabalhos publicados nas revistas e anais de congresso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), além de diversos periódicos da área de engenharia. Na contextualização histórica dos sistemas de esgotos da Cidade do Rio de Janeiro, foram de grande relevância os estudos desenvolvidos pelos engenheiros: Francisco Saturnino Rodrigues de Brito (1864-1929), José Martiniano de Azevedo Netto (1918-1991) e José Ribeiro da Silva (1918-). Procurou-se compreender os sistemas de esgotos dentro de um contexto histórico urbano-espacial.

Para o aprofundamento teórico e técnico, buscou-se subsídio a partir de referências bibliográficas de várias áreas do conhecimento e atuação profissional, notadamente: engenharia, ecologia, saneamento, saúde pública, urbanismo e ciências políticas, com consulta a livros, monografias, artigos publicados em congressos e periódicos, além de visitas em campo, palestras e seminários referentes à temática em questão.

A amplitude da pesquisa foi motivada pelo entendimento da necessidade da interdisciplinaridade, evitando uma abordagem fragmentada e unilateral, comum na literatura especializada em saneamento, principalmente a oferecida pelos órgãos oficiais e não perdendo a perspectiva da busca pela transdisciplinaridade.

O marco teórico é consubstanciado na análise sistêmica, onde o saneamento se enquadra dentro de uma conceituação ecológica que ratifica suas funções enquanto barreiras físico-ecológicas para o controle da poluição e da transmissão de doenças, visando o desenvolvimento e ampliação dos objetivos e metas contemplados pelo saneamento ambiental.

A ênfase na análise crítica da eficiência dos sistemas de esgotamento sanitário foi quanto à extensão das interconexões com os sistemas de drenagem pluvial urbano, suas origens e dinâmica. Para isso foram identificadas as principais práticas e técnicas comumente utilizadas na cidade do Rio de Janeiro, tais como: extravasores, ligações irregulares e “estruturas atípicas”.

A classificação e uso dos corpos hídricos foram correlacionados às suas limitações frente ao atual processo de poluição e às perspectivas de mudanças em cenários futuros. Foram enfatizados documentos de referência nos diagnósticos e proposições do assunto em questão, tais como os estudos pertinentes aos planos diretores de esgotos, além da atual legislação de usos das águas.

A análise quantitativa não foi priorizada, uma vez que se optou no trabalho por uma análise conceitual, contrapondo-se à literatura oficial que, em geral, evidencia as realizações e não as carências dos serviços e possibilita acesso apenas parcial às informações, relegando a um segundo plano os pontos de vista contrários. Acresce-se a isto a precariedade do sistema de cadastro dos serviços de saneamento e a inconsistência dos dados existentes.

Para o entendimento da complexidade e demandas do tema abordado foi essencial a atuação do autor nas atividades de coordenação de campo do Núcleo de Estudos e Projetos (NEP), supervisionando equipes de estagiários da Faculdade de Engenharia da UERJ, de março de 2001 a março de 2002, em assessoria técnica a CEDAE no levantamento cadastral, inspeção de ligações clandestinas de esgotos e línguas negras nas diversas localidades do Estado do Rio de Janeiro contempladas pelo Programa de Despoluição da Baía de Guanabara e pelas Obras de Esgotamento Sanitário da Bacia de Jacarepaguá.

Este trabalho é parte constitutiva do projeto: *Subsídios para a Gestão Integrada do Saneamento Ambiental em Bacias Hidrográficas Costeiras: Estudo de Caso das Bacias Hidrográficas da Lagoa Rodrigo de Freitas e Baía de Ilha Grande, Porção Continental*, através do Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-HIDRO¹), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), iniciado em abril de 2002.

¹ Os Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, dentre eles o *CT-HIDRO*, foram criados pelo Ministério de Ciência e Tecnologia para incentivar o desenvolvimento científico e tecnológico em áreas estratégicas. Dentre as áreas prioritárias do programa encontram-se: Água e o Gerenciamento Urbano Integrado; Usos Integrados dos Sistemas Hídricos e Conservação Ambiental e Qualidade das Águas dos Sistemas Hídricos.

3. MARCO TEÓRICO

“Para cuidar do planeta precisamos todos passar por uma alfabetização ecológica e rever nossos hábitos de consumo. Importa desenvolver uma ética do cuidado” (Leonardo Boff).

A argumentação teórica deste trabalho está fundamentada nos princípios estabelecidos pela ciência Ecologia, consubstanciando a proposta de análise sistêmica dos recursos naturais e artificiais que constituem o ecossistema urbano.

Estes aspectos conceituais são necessários uma vez que a gênese do conhecimento se insere em correntes de pensamento, através da conceituação de idéias, por um lado; e de fatos concretos, por outro. A conceituação sugere a formulação do *problema*, que por sua vez indica qual deve ser a melhor *resposta* (solução).

A abordagem holística, com a qual se procurou nortear os estudos e análises apresentadas nos próximos capítulos, pressupõe uma aproximação radical entre os campos teórico e prático nas intervenções do saneamento ambiental, sem a qual os resultados para o controle da poluição urbana continuarão precários e incertos.

3.1. Concepção Sistêmica

As abordagens analítica e holística têm sido os dois principais tipos de procedimentos na organização da compreensão dos fenômenos no mundo ocidental, desde o século XVII. No entanto, ao contrário do que se podem sugerir, elas não são excludentes, e sim complementares, conforme destaca Christofolletti (1999):

Torna-se inadequado entender que haja oposição entre as perspectivas reducionista e holística. Elas complementam-se e se tornam necessárias aos

procedimentos de análise em todas as disciplinas científicas. O fundamental é sempre estar ciente da totalidade do sistema abrangente, da complexidade que o caracteriza e da sua estruturação hierárquica. A abordagem reducionista vai focalizando elementos componentes em cada nível hierárquico do sistema, mas em cada hierarquia também se pode individualizar nas entidades e compreendê-las em sua totalidade. Sob uma concepção reformulada, substitui a antiga concepção de analisar parte por parte e, depois, realizar a síntese.

Utilizado inicialmente em 1926, pelo acadêmico sul-africano Jan Smuts, o termo holismo sofreu restrições por suas associações ao misticismo e ao vitalismo, pois surgia como um conceito de metafísica (Christofoletti, 1999). Posteriormente, foi cientificamente resgatado junto à elaboração dos conceitos relacionados à Ecologia. Também esta foi desenvolvendo sua definição concomitantemente ao desenvolvimento da Biologia, Física, Química e outras ciências. O vocábulo Ecologia (“*oekologie*”) foi citado pela primeira vez em 1866, por um dos mais ardorosos discípulos de Charles Darwin: Ernest Haeckel (1834-1919). Apareceu na nota de pé de página de seu livro *Generelle Morphologie der Organismen*, substituindo o termo Biologia. Esse neologismo, formado com os vocábulos gregos “*oîcos*” e “*logos*”, significa literalmente “ciência do *habitat*” (Acot, 1990). Para Odum (1987):

(...) a Ecologia tem se tornado cada vez mais uma disciplina integrada, que une as ciências naturais e sociais. Embora retenha suas bases nas ciências biológicas, a Ecologia é uma ciência “exata”, pois a pesquisa ecológica utiliza os conceitos e o instrumental da matemática, da química, da física, etc. Mas também ela é uma ciência “aplicada”, pois o comportamento humano tem muito a ver com a estrutura e funções dos ecossistemas (...).

O holismo provém de “*holos*” que em grego significa totalidade. É a compreensão da realidade que articula o todo nas partes e as partes no todo, pois vê tudo como um processo dinâmico, diverso e uno (Boff, 1999).

Esta teoria filosófica é aplicada às ciências ambientais para a compreensão das relações entre os componentes do meio ambiente, sugerindo que os seus elementos vivos (todos os organismos, inclusive os homens) e não vivos interagem como um “todo”, de acordo com leis físicas, químicas e biológicas bem definidas.

Etimologicamente o termo *sistema* origina-se da combinação de dois radicais gregos: *syn*, que significa “junto” e *thesis*, com significado de “união”. Seu sentido literal é o de uma “construção solidária”.

Define-se como o conjunto de elementos, materiais ou ideais, dentre os quais se possa encontrar ou definir alguma relação. Disposição das partes ou dos elementos de um todo, coordenados entre si, que funcionam como estrutura organizada (Ferreira, 1986).

O sistema é uma totalidade criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas inter-relações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas (Haigh, 1985 apud Christofolletti, 1999). Pode ser conceituado como “um conjunto de relações mútuas que constitui uma entidade identificável, seja real ou postulada” (Laszlo & Margenau, 1972 apud Odum, 1988). A definição da condição de contorno e seu recorte dependem, além das características do objeto (sistema), também das condições sócio-culturais em que se inscreve o sujeito observador/conceituador (Morin, 2002).

Quando se conceituam os fenômenos como sistemas, uma das principais atribuições e dificuldades está em identificar os elementos, seus atributos (variáveis), suas relações e níveis hierárquicos, a fim de delinear com clareza a extensão abrangida pelo sistema em foco (Christofolletti, 1999). Sua dimensão mínima é a de uma organização capaz de funcionar por si só, caso contrário é considerado um elemento de sistema.

Nos anos 40, o biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy, deu pertinência e universalidade a esta noção, através da obra: *Teoria Geral dos Sistemas*. Segundo o autor, “somos forçados a tratar com complexos, com *totalidades* ou *sistemas* em todos os campos do conhecimento. Isto implica uma fundamental reorientação do pensamento científico” (Bertalanffy, 1977 apud Silva & Schramm, 1999). Nesta teoria os critérios-chave são: *organização e complexidade*.

Os sistemas possuem estruturação, função, dinâmica e evolução. Quando se apresentam enquanto complexos, significa que são constituídos por uma diversidade de elementos, com muitos graus de liberdade, encadeamentos, interações, fluxos e retroalimentação, compondo uma entidade organizada capaz de adaptar sua estrutura interna interagindo com as informações de seu entorno (Christofolletti, 1999). Esta afirmação implica no fundamento da *mudança*, que é uma das principais características de todos os sistemas. O estudo da complexidade vem sendo considerado como uma importante revolução na ciência, reformulando e ultrapassando a concepção mecanicista e linear do método científico tradicional.

O físico austríaco Fritjof Capra afirma que o sistema não tem estrutura rígida, mas manifestações flexíveis, embora estáveis, de processos subjacentes, e ressalta que um dos princípios fundamentais nesta concepção é o da *auto-organização*. A estrutura e função do

sistema não são impostas pelo meio ambiente, mas estabelecidas pelo próprio. Então um alto grau de não-equilíbrio é absolutamente necessário para a auto-organização (Capra, 1982).

Os critérios do pensamento sistêmico são todos interdependentes. A natureza é vista como uma teia interconexa de relações, na qual a identificação de padrões específicos como sendo “objetos” depende do observador humano e do processo de conhecimento (Capra, 1996).

Na visão de Boff (1999), o planeta Terra é um “sistema de sistemas”, um superorganismo de complexo equilíbrio, urdido ao longo de milhões e milhões de anos. Os sistemas são compostos por múltiplos fatores, energias, relações, inter-retro-reações que caracterizam cada ser do universo, onde tudo co-existe e inter-existe (Boff, 1997).

O planeta como unidade integrada foi focado pelo químico James Lovelock com a colaboração da microbiologista norte-americana Lynn Margulis, nos anos 70, através de estudos para a *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* que culminaram na “Hipótese de Gaia”. O argumento principal é o de que a Terra é uma entidade viva auto-organizada, pelo menos na medida em que, tal qual em outros organismos, sua química e temperatura são auto-reguladas visando um estado favorável à vida. A auto-regulação que consubstancia essa hipótese é demonstrada através do modelo computacional denominado “Modelo das Margaridas”, que simula o desenvolvimento e adaptação de diferentes espécies frente às interferências do ambiente do planeta (Capra, 1996). Para uns, à semelhança de outras hipóteses, esta já provou seu valor teórico. Não obstante, há críticas quanto à sua origem e intenção teleológica (Branco, 1999).

A necessidade que atualmente se verifica em vários autores, de afirmação da perspectiva holística e sistêmica em contraposição à reducionista, pode ser explicada pelo fato desta ainda estar enraizada e ser a concepção mais aceita (*status quo*). Consolidada dentro da conceituação racionalista ocidental tem origens na concepção mecanicista desenvolvida durante a Revolução Científica, através de nomes como Nicolau Copérnico (1473-1543) Francis Bacon (1561-1626), Galileu Galilei (1564-1642), René Descartes (1596-1650) e Isaac Newton (1642-1727) fundadores do método científico moderno.

Para Branco (1999), a validade do princípio de causa e efeito, ou a certeza resultante da repetição, constitui condição indeclinável a uma concepção mecanicista do Universo e isto representa o ponto de partida para o reducionismo, para a concepção atomística.

No século XVIII o filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804) oferece grande contribuição a este debate através da sua crítica à razão pura. Segundo o filósofo, “o conhecimento, não é o reflexo do objeto exterior: é o próprio espírito que constrói - com

dados do conhecimento sensível - o objeto do seu saber". Desse modo, Kant reconhece limites para o alcance da razão pura (Branco, 1999).

A dialética proposta em Hegel (1770-1831), representante da corrente filosófica *Idealismo Alemão*, confronta dois pontos de vista (ou dois fenômenos ou fatos históricos) na forma de tese e antítese, originando dinamicamente, uma síntese, a qual é diferente dos dois princípios formadores. Isso se aplica, segundo Hegel, à marcha e ao ritmo de todas as coisas. Um ser se transforma e evolui pelas contradições que apresenta com seu meio. Esta contribuição adquire importância na concepção sistêmica, onde, mais importantes do que os objetos e fatos em si mesmos (ou, para não ferir Kant, suas representações mentais) são as relações entre eles. Em muitos sistemas complexos tais relações são contraditórias e essas contradições são essenciais à geração de um estado de equilíbrio dinâmico característico e necessário à própria integridade do sistema (Branco, 1999).

Nova concepção acerca do movimento dos contrários é apresentada por Karl Heinrich Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895) que formularam uma teoria do conhecimento, através de seu método de análise, denominado *Materialismo Histórico e Dialético*. Sua proposta de coletivizar as riquezas e distribuir justiça social mudou radicalmente a história da humanidade.

A consolidação do pensamento cartesiano exerceu no passado um papel progressista de reflexão, mais independente da fé, em contraposição à visão dogmática, de fundamentação religiosa, que combinava elementos da razão de Aristóteles (384-322 a.C.) da filosofia Escolástica. O antropocentrismo e o domínio sobre a natureza afirmaram-se na racionalidade e no método analítico, trazendo grandes avanços no campo científico e nas aplicações tecnológicas, com o desenvolvimento das especializações. Ainda que limitados, sob o ponto de vista de compreensão da natureza e da missão da espécie *homo sapiens*, permitiram que fossem desenvolvidas importantes conquistas no mundo e no Brasil, inclusive no setor de saneamento, impedindo que as péssimas condições epidemiológicas ceifassem diversas vidas nas cidades e no campo, a justificarem-se na necessidade desenvolvimentista e de manutenção das condições de certa estabilidade do tecido urbano e dos meios de produção.

O cientificismo cartesiano atesta o valor da natureza como bem de utilitarismo. Separa sociedade de espaço, sujeito de objeto, corpo de mente, razão da emoção e homem da natureza (Almeida et al, 1999).

O positivismo, que atribuía à "ciência pura" o papel único de constatação e pesquisa das leis e das relações entre os fatos, teve enorme importância na formação dos engenheiros brasileiros. Com a valorização da filosofia positivista no século XIX, as especializações disciplinares vão se estabelecendo como paradigma (Silva & Schramm, 1999). As principais

manifestações do positivismo no Brasil datam de 1850, em teses de doutoramento da Escola de Medicina e da Escola Militar, para em 1870 deixar a academia e passar a interferir na política (Rezende, 2002). Para Marques (1998) a Escola Politécnica do Rio de Janeiro foi uma importante introdutora e veiculadora das idéias positivistas do filósofo francês Auguste Comte (1798-1857).

Não obstante, o quadro favorável ao projeto modernista tem se modificado, sobretudo por razões epistemológicas, pois o positivismo não consegue realizar seu projeto de estabelecer critérios de demarcação entre ciência e não-ciência como garantia da racionalidade e da universalidade de seu método. Razões sócio-políticas para o progresso científico e tecnológico não asseguraram a democracia e o bem-estar da humanidade. Finalmente, verifica-se a falência do projeto modernista em assegurar racionalidade na utilização dos recursos naturais, o que tem conduzido à degradação da qualidade ambiental em diferentes níveis: local, regional e global (Heller, Nascimento, Von Sperling, 1996).

Kligerman (2001) destaca a importância da concepção sistêmica dentro do setor de saneamento e propõe a *Integração Sistêmica* como estratégia de ação entre os setores de saneamento, saúde e recursos hídricos.

O desafio da atualidade está na mudança do atual paradigma utilitarista, pelo da concepção sistêmica, para nortear os estudos e as ações ambientais a fim de efetivamente viabilizar a sustentabilidade das cidades, a partir da conceituação estabelecida por Kuhn (2003) do termo *paradigma* - realizações científicas universalmente conhecidas, que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade praticante de uma ciência. É toda a constelação de crenças, valores técnicas, etc., partilhadas pelos membros de uma determinada comunidade.

Esta perspectiva não se restringe apenas aos estudos dos ecossistemas e dos sistemas artificiais urbanos, mas também das interações entre os sistemas ambientais, sócio-econômicos, políticos, ideológicos, jurídicos e culturais da sociedade, pois prioriza como unidade de observação os processos, a organização e não apenas as estruturas e a ordem.

A **Figura 1**, apresentada a seguir, representa as relações dinâmicas entre os processos político-econômicos, físico-químicos e sócio-culturais que condicionam a estrutura social e espaço-temporal das cidades.

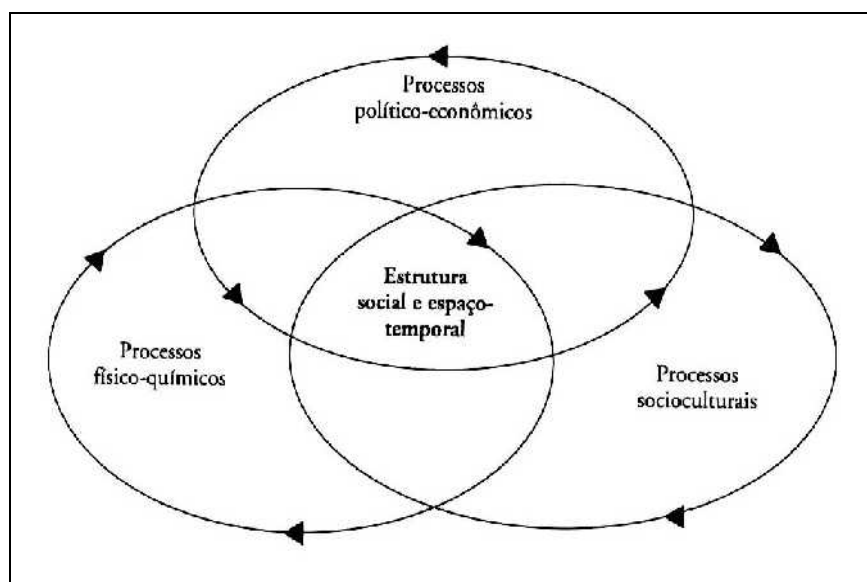


Figura 1. Relações dinâmicas entre processos sociais e ecológicos (Coelho, In: Guerra & Cunha, 2000).

Mesmo com as proposições interpretativas do pensamento sistêmico reforçadas pela incorporação de novos conceitos e comprovações advindas da evolução das ciências - os sistemas complexos, a não-linearidade, os princípios de indeterminação, a física quântica, etc. - o pensamento cartesiano ainda persiste nas intervenções sobre o meio ambiente. As soluções apresentadas pela maioria dos especialistas perpetuam a visão unilateral e utilitarista de dominação do homem sobre a natureza. As limitações das soluções adotadas para o controle da poluição estão reduzindo a disponibilidade dos recursos naturais, vitais para atender às demandas dos ecossistemas heterotróficos das cidades. Este quadro reforça às críticas a este modelo de desenvolvimento, abrindo novas perspectivas.

O **Quadro 1**, apresentado na página seguinte, permite constatar a existência da defasagem entre a visão de mundo que emerge do estudo dos ecossistemas e os valores que ainda predominam na filosofia, nas ciências do homem e na dinâmica da sociedade moderna

Para assegurar a biodiversidade e sociodiversidade é preciso construir um “*modus vivendi*” novo que reconheça a existência e os direitos intrínsecos da natureza.

Quadro 1. Paradigmas dominante e alternativo.

Valores	Paradigma dominante	Paradigma alternativo
Essência	Material (crescimento econômico) Sistema natural valorizado como recurso Dominação sobre a natureza	Não material/autovalorização Sistema natural valorizado intrinsecamente Harmonia com a natureza
Economia	Forças do mercado Riscos e retribuições Competição Individualidade	Interesse Segurança Cooperação Suprimento coletivo/social
Gerenciamento	Dependência de procedimentos Ações isoladas Sigilo Curto Prazo	Atenção nas etapas com foco em resultados Ações inter-relacionadas Informação compartilhada Longo prazo
Política	Estruturas autoritárias Hierarquia Lei e ordem	Estruturas participativas Não-hierárquico Libertação
Sociedade	Centralizada Larga escala Associativa Ordenada	Descentralizada Pequena escala Comunitária Flexível
Natureza	Amplas reservas	Recursos limitados

	Hostil/neutra Controlável	Benigna Delicadamente balanceada
Conhecimento	Confiança ilimitada na ciência e tecnologia Separação de valor / pensamento / sentimento Racionalidade de meios	Limites e incertezas para ciência e tecnologia Interação de valor / pensamento / sentimento Racionalidade de fins

Fonte: Adaptado Almeida, et. al.. 1999.

Atualmente a interdisciplinaridade é proclamada não só como método e prática para a produção do conhecimento, mas como instrumento de articulação operativa na resolução dos cada vez mais complexos problemas do desenvolvimento. Nas suas diferentes vertentes, as escolas do saber científico devem ser integradas na multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade². Pautando-se, inclusive, na participação do cidadão, devem ser superadas as dificuldades dos técnicos operarem sobre diferentes campos do conhecimento. Na área ambiental, as disciplinas entrosam-se em sua funcionalidade expressando justamente a integração do sistema analisado. Segundo Silva (1974):

Quando procuramos dar solução a problemas de grande atualidade, como: poluição, inundações, super-urbanização, desertificação, produtividade decrescente da agricultura, salinização e eutrofização de lagos, escassez de matéria primas e principalmente de energia, o modelo ecológico nos fornece as diretrizes fundamentais.

A visão antropogênica e utilitarista atua de forma antiecológica e orienta ações deletérias sobre o meio ambiente. Os procedimentos metodológicos utilizados na análise dos fenômenos estão relacionados com a natureza do objeto de estudo e com a visão de mundo adotado pelo cientista. O ponto de vista varia de acordo com as classes e grupos sociais, bem como a evolução histórica dos conceitos. Para Silva (1974), este é considerado a variável holística mais complexa, uma vez que depende de fatores biopsíquicos e sócio-econômicos.

Verifica-se, portanto, a necessidade de a ciência estar compromissada com os resultados e aplicações de suas conquistas, em contraposição à herança retrógrada dogmática

² A *multidisciplinaridade* diz respeito ao estudo de um objeto de uma única disciplina por diversas disciplinas ao mesmo tempo. A *interdisciplinaridade* diz respeito à transferência dos métodos de uma disciplina à outra. Já a *transdisciplinaridade* traduziria a superação das etapas predecessores, propondo-se a unidade do conhecimento entre, através e além das diferentes disciplinas. O termo *transdisciplinaridade*, inicialmente apresentado em 1970 por Jean Piaget (1896-1980) possui distinções entre os limites do conhecimento científico e as propostas de diálogos e reconciliações do domínio das ciências exatas com as humanas, com a arte, a literatura, a poesia, a cultura, a tradição, a ética, a estética e até mesmo com a experiência espiritual (Nicolescu, 1997; 2000).

do tecnicismo e da “ciência pura”, superando a separação sujeito-objeto que se encontra na origem da ciência moderna.

O estado de complexidade das sociedades contemporâneas e de suas cidades impõe novas problematizações sobre a natureza da poluição, desenvolvimento de metodologias e instrumentos e pesquisa epistemológica da perspectiva sistêmica frente às ações de saneamento ambiental.

3.2. Ecossistema Urbano

Ecossistema é qualquer unidade que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (comunidade biótica) numa dada área, interagindo com ambiente físico (abiótico), de tal forma que o fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não-vivas (Odum, 1983).

Para Odum (1983), as leis básicas da natureza não foram revogadas, apenas suas feições e relações quantitativas mudaram, à medida que a população humana mundial e seu prodigioso consumo de energia potencializaram a possibilidade de alteração do ambiente. Em consequência, nossa sobrevivência depende do conhecimento e da ação inteligente para preservar e melhorar a qualidade ambiental por meio de uma tecnologia harmoniosa e não prejudicial.

Os sistemas urbanos não são constituídos de elementos (subsistemas) isolados nem da resultante do somatório deles. São constituídos de subsistemas que se relacionam de forma sinérgica, em constantes transformações físicas, químicas, biológicas, energéticas, sociais, culturais e políticas.

Na **Figura 2**, apresentada a seguir, representa as inter-relações existentes entre os sistemas ambientais e humanos.

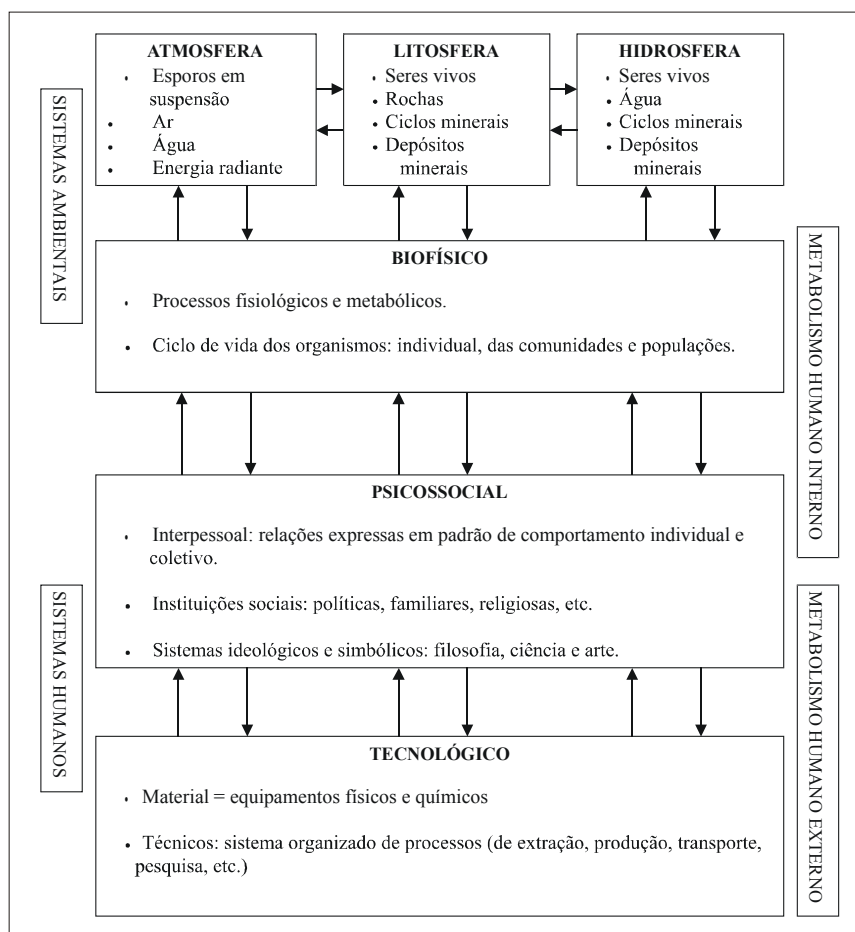


Figura 2. Inter-relações entre sistemas ambientais e humanos. (Branco, 1987).

A urbe deve ser vista como uma estrutura global e complexa. As funções e processos das cidades, como o suporte físico e biológico da sobrevivência dos grupos humanos, necessitam de grandes aportes de água, alimentos e energia, bem como de soluções de afastamento e reciclagem de resíduos, de modo a não saturar o ambiente interno e seu entorno, mantendo sustentável à vida e reprodução dos seres vivos.

Segundo Vianna (1991) as condições ecológicas internas dos centros urbanos são produzidas pelo próprio homem, sobre o substrato natural-físico do lugar onde está a cidade: topografia, clima, presença de rios, mar, tipo de solo, etc. A concentração de atividades produtivas e população humana no espaço urbano implica em organizar áreas e serviços, trabalho, moradia, circulação e outros, reorganizando o espaço físico e as relações ecológicas nos *habitats* pré-existentes à instalação da cidade. A qualidade do ar, da água, clima, insolação, aeração, ruídos, todos estes fatores ambientais são recriados na cidade, e, por vezes, com componentes completamente alterados. Sobre um meio abiótico, em parte dado pela natureza (leis biológicas), em parte construído pelo homem (leis sociais), modificam-se as relações entre populações não humanas, e entre elas e grupos humanos, e entre os componentes bióticos e os abióticos já alterados, de acordo com a evolução do modo de

produção. A sobrevivência de outras espécies, nele inseridas, mesmo microorganismos, dependerá de sua introdução ou manutenção nesse meio e criação de condições ecológicas para sua reprodução (Vianna, 1991).

A cidade é dinâmica no tempo, espaço e influência, sendo e ao mesmo tempo constituída por sistemas abertos³. Muitos problemas da metrópole estão relacionados com as soluções dos problemas do campo. As migrações para as cidades continuam estimuladas pelas más condições reinantes no meio rural, com excedente de mão de obra, bem como pelo domínio crescente e unilateral da urbe sobre o campo.

A **Figura 3**, a seguir, representa os intercâmbios de materiais, energias e informações necessárias ao metabolismo urbano.

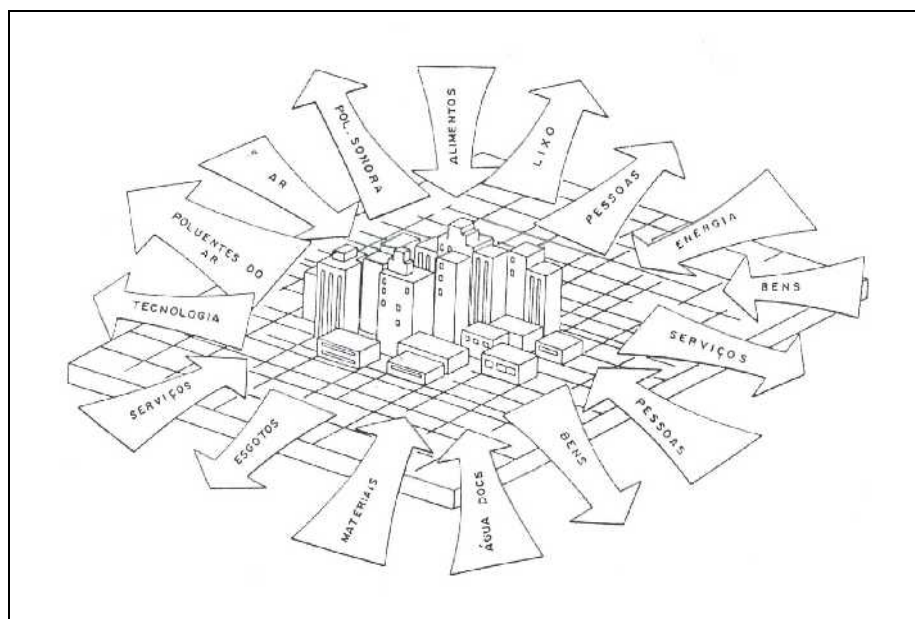


Figura 3. Trocas de energia, matéria e informação entre a cidade e seu entorno (Kupchella & Hyland, 1993 apud Ottoni, 1996a).

Para Odum (1988) somente se forem incluídos aos limites da urbe, os seus extensos ambientes de “entrada e saída”, esta poderá ser considerada um ecossistema no sentido complexo.

No caso do Rio de Janeiro estas relações são bem evidenciadas, pois os sistemas naturais, artificiais e seminaturais, como os agroecossistemas circundantes, pelas suas extensões e intensidades se relacionam e interagem de forma singular.

A alta densidade populacional traz a necessidade de aumento dos recursos artificiais, tornando cada vez mais reduzidos os espaços relativos aos elementos naturais, o que faz ultrapassar seu limite de tolerância. Dessa forma, a inter-relação e locação nas grandes cidades tendem a ser cada vez menos ecológicas (Branco & Rocha, 1987).

³ Os sistemas abertos permitem o intercâmbio de energia, matéria e informação com o ambiente.

Entretanto, as modificações antrópicas poderiam se dar de “forma ecológica”. Ao introduzir elementos artificiais ocupando espaços, criando novas estruturas e novos meios, o homem poderia analisar previamente e de forma global as implicações sobre o ecossistema urbano. A não atenção aos limites críticos de manipulação dos sistemas ecológicos, com evidentes prejuízos à saúde e à qualidade de vida, gera também uma problemática em termos de limitação de recursos naturais.

A Agenda 21, item 21.7, menciona:

A existência de padrões de produção e consumo não sustentáveis está aumentando a quantidade e variedade dos resíduos persistentes no meio ambiente em um ritmo sem precedente. Essa tendência pode aumentar consideravelmente as quantidades de resíduos produzidos até o fim do século e quadruplicá-los ou quintuplicá-los até o ano 2025. Uma abordagem preventiva do manejo dos resíduos, centrada na transformação do estilo de vida e dos padrões de produção e consumo oferece as maiores possibilidades de inverter o sentido das tendências atuais.

No item 4.15, tem-se:

A fim de que se atinjam os objetivos de qualidade ambiental e desenvolvimento sustentável será necessário eficiência na produção e mudanças nos padrões de consumo para dar prioridade ao uso ótimo dos recursos e à redução do desperdício ao mínimo. Em muitos casos, isso irá exigir uma reorientação dos atuais padrões de produção e consumo, desenvolvidos pelas sociedades industriais e por sua vez imitados em boa parte do mundo.

No Rio de Janeiro, pela complexidade que se encerra a questão urbana, o desafio está na atuação dos diversos agentes, cooperando entre si, sob diversos aspectos e perspectivas das ciências e técnicas envolvidas. A problemática ambiental é multiforme, portanto o encaminhamento da solução não pode ser feito como se os fenômenos fossem autônomos. Os conhecimentos não devem se suceder ou se somar, porém se entremear formando um todo coeso como na realidade as coisas se passam. Corre por conta do homem, por motivos práticos, didáticos e até mesmo históricos, a divisão do estudo da natureza segundo as diversas ciências. A proteção ao ambiente caracteriza-se por ações que obedeçam a uma hierarquia onde se situa como primeira prioridade a reversão do processo de generalização da

poluição em toda área, nos ambientes: edáfico, fluvial, lacustre, marítimo e atmosférico (Silva, 1973).

As tecnologias e metodologias implantadas devem se ater às conseqüências ambientais provenientes da implantação e operação dos empreendimentos de natureza antrópica. Os empreendimentos humanos devem quantificar e incorporar na análise custo/benefício os condicionantes ambientais.

Observa-se que diante da necessidade do desenvolvimento do saneamento ambiental, os conceitos e modelos ecológicos vêm sendo incorporados nos estudos e projetos como ferramentas de gestão e recuperação ambiental. Dentre os diversos documentos-produtos destacam-se: estudos de impacto ambiental (EIA); relatórios de impacto ambiental (RIMA); auditorias ambientais; análises de riscos; estudos de remediação; planos e sistemas de gestão ambiental; normalização e certificação ambiental, etc.

Além da compreensão da necessidade de proteção ao meio ambiente a orientar o planejamento das intervenções nos centros urbanos, para a efetiva implementação das ações pertinentes é preciso um longo trabalho de cooperação entre os partícipes da sociedade em geral: governo, instituições, comunidade, empresas, etc., evitando assim a elaboração de estudos por mera formalidade legal.

3.3. Poluição

As cidades modernas demandam grande influxo de energia concentrada (na maior parte, suprida por combustíveis fósseis). Por serem sistemas heterotróficos, de metabolismo intenso, necessitam de elevada entrada de materiais (matéria-prima), para atender ao uso industrial e comercial, acima e além do necessário para a sustentação da própria vida. Este aumento no agregado energético tem como conseqüência maior geração de resíduos, orgânicos e não-orgânicos (Odum, 1988).

Nesta condição, a capacidade dos ecossistemas interno e circundante de assimilarem e transformarem estas substâncias possui limitações. Por isso, os ambientes de entrada e de saída das cidades são fundamentais à sua sustentação e equilíbrio dinâmico.

O processo de deterioração ambiental ocorre quando quantidades de substâncias que entram no ambiente são superiores à sua capacidade de transformá-las, quantitativa e qualitativamente. Como resultado, acumula-se matéria ou energia no sistema, configurando situação de poluição. Esta pode acarretar desequilíbrio ecológico, caso se estenda no tempo e no espaço, quando o número e a classe de sistemas e substratos contaminados aumentam e permanecem por períodos prolongados.

A poluição é qualquer alteração em um meio que, modificando negativamente suas condições, venha a causar danos à saúde, ao bem-estar da população, à fauna e à flora, aos bens culturais e paisagísticos, bem como às atividades sociais e econômicas.

Para Silva (1975), as origens condicionam as características da poluição, mas não as determinam, pois outras variáveis de natureza sócio-econômica (humana) e mesológicas interferem recíproca e imbricadamente nas mesmas características, já que as origens não são autônomas. Assim, qualquer estudo a partir das origens (particularizadas nas fontes de poluição), se bem que indispensável de um ponto de vista estritamente tecnológico, não conduz a alguma solução que possa se traduzir em ponderável melhoria geral. Ainda afirma:

A poluição é um fenômeno globalmente abrangente, isto é, envolve em qualquer dos seus aspectos, em graus variáveis para cada caso, todos os outros que possam ser considerados. O obstáculo para o entendimento e solução está em que a poluição é de natureza holística, e pode ser definida como uma perturbação do processo expansivo pela interferência de resíduos do sistema que se expande, ou de outros, que lhes sejam contíguos.

A poluição dos corpos receptores (rios, lagos, praias, solos, etc.) traduz-se na redução do espaço ecológico resultante dos espaços físicos, químicos e biológicos de origens multicausais (Silva, 1973).

Para a compreensão da poluição, Silva (1975) considera três variáveis fundamentais que se inter-relacionam: *nível, extensão e ponto de vista*.

- **Nível:** é a intensidade com que é mobilizada a natureza para atender a uma das manifestações da poluição. Seu fator dominante é a composição dos poluentes, existindo uma correlação estatística entre nível de poluição e consumo energético *per capita*.
- **Extensão:** é o espaço, na natureza, comprometido pela poluição, tendo como grandezas determinantes: a constituição e a quantidade dos poluentes.
- **Ponto de vista:** varia com o nível sócio-econômico da população, os usos previstos para os recursos naturais, os critérios hierárquicos considerados nos malefícios da poluição e interesse pela defesa de outras espécies ou suas diversas formas de associação ou inter-relacionamento.

A salubridade é definida por Vianna (1991) pela qualidade das relações entre a população humana e os resíduos de suas atividades no ambiente, dentro da análise de situações ecológicas organizadas socialmente no processo histórico. A insalubridade ocorrendo, enquanto possibilidade de contato, é gradual, de acordo com a intensidade do

contato com resíduos. Ocorrem então situações de inter-relações na ausência de barreiras (físicas, ecológicas ou sociais) construídas, ou na ineficácia das mesmas (Vianna, 1991).

A questão que se pretende abordar nos próximos capítulos, na interação do homem com o ambiente é a relação da população humana com resíduos gerados (em particular os esgotos sanitários), aqueles normalmente não mais utilizados no processo produtivo, isto é, o produto “colateral” de suas atividades e os sistemas artificiais de proteção - os sistemas de saneamento.

3.4. Sistemas de Saneamento

3.4.1. Definições

Saúde: estado de completo bem-estar físico, mental e social, não restringe o problema sanitário ao âmbito das doenças. Além das ações de prevenção e assistência, considera-se cada vez mais importante atuar sobre os fatores determinantes da saúde. É este o propósito da promoção da saúde, que constitui o elemento principal das propostas da Organização Mundial de Saúde (OMS) e da Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) (Brasil, 1999).

Salubridade ambiental: entende-se como o estado de higidez em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias ou epidemias veiculadas pelo meio ambiente, como no tocante ao seu potencial de promover o aperfeiçoamento de condições mesológicas favoráveis ao pleno gozo da saúde e do bem-estar (Brasil, 1999).

Saneamento básico: é utilizado para se referir ao conjunto de ações consideradas prioritárias em programas de saúde pública. Em fins da década de 50, o termo foi cunhado para estabelecer o que era “básico” para interferir no ambiente e obter melhores resultados, frente à restrição de recursos governamentais destinados a estas atividades, referindo-se, portanto, as intervenções de água potável e esgoto sanitário, através da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (Costa e Silva, 1990 apud Costa, 1994). Essa expressão ganhou força nas décadas de 70 e 80 com a implantação do Plano Nacional de Saneamento - PLANASA, que atuava no sistema de abastecimento de água (prioritariamente) e esgotamento sanitário, além de drenagem urbana (Costa, 1994). Em meados da década de 80, após críticas referentes à necessidade de se ampliar o conceito, passou a contemplar as atividades: abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos, drenagem urbana e controle de vetores.

Saneamento ambiental: é o conjunto de ações sócio-econômicas que têm por objetivo alcançar níveis de salubridade ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina

sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural (Brasil, 1999).

Saneamento significa ação de sanear, ou seja, de “tornar saudável”. Seu objetivo final é, portanto, a promoção da saúde. Segundo a Organização mundial de Saúde (OMS) é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeito prejudicial ao seu estado físico, mental e social (Brasil, 1999). Para Costa (1994), o saneamento apresenta enorme gama de atividades que envolvem inúmeras interfaces com outros setores, mas em sua essência é parte das ações de Saúde.. Não obstante, a história do saneamento no país é marcada por uma dicotomia prejudicial marcada pela disputa de influência e de recursos entre o modelo assistencialista, de tratamento médico individualizado e as ações preventivas de saneamento público.

Os espaços onde ocorrem a produção e a reprodução da força de trabalho, quando organizados para tal, são ambientes construídos. Suas condições físicas e ecológicas vêm sendo produzidas socialmente e, portanto, a salubridade é uma condição ambiental, de possibilidade e de intensidade de contato da população humana com outras populações, principalmente agentes patogênicos. A construção do espaço urbano, principalmente de moradia, organiza e “desenha” condições microecológicas que permitem refúgio, sobrevivência e proliferação de agentes patogênicos, parasitos e vetores em potencial, recriando “*habitats*” e nichos ecológicos, na relação entre as populações (Vianna, 1991).

Para Cynamon (1975), as situações de insalubridade em geral têm soluções de barreiras físico-ecológicas construídas, que fazem parte da engenharia sanitária. Essas barreiras sanitárias estão representadas na **Figura 4**, da página seguinte, e são abordadas na definição de saneamento a seguir:

Saneamento pode ser assimilado a um conjunto de barreiras interpostas entre Sistema e Ambiente. Barreiras que são colocadas à saída de um Sistema para evitar a poluição do Ambiente, e barreiras colocadas à entrada de Sistemas (individualmente=homem, coletivo=comunidade ou fábrica, por exemplo) com o propósito de defender os Sistemas contra danos que lhe possam trazer elementos nocivos do Ambiente.

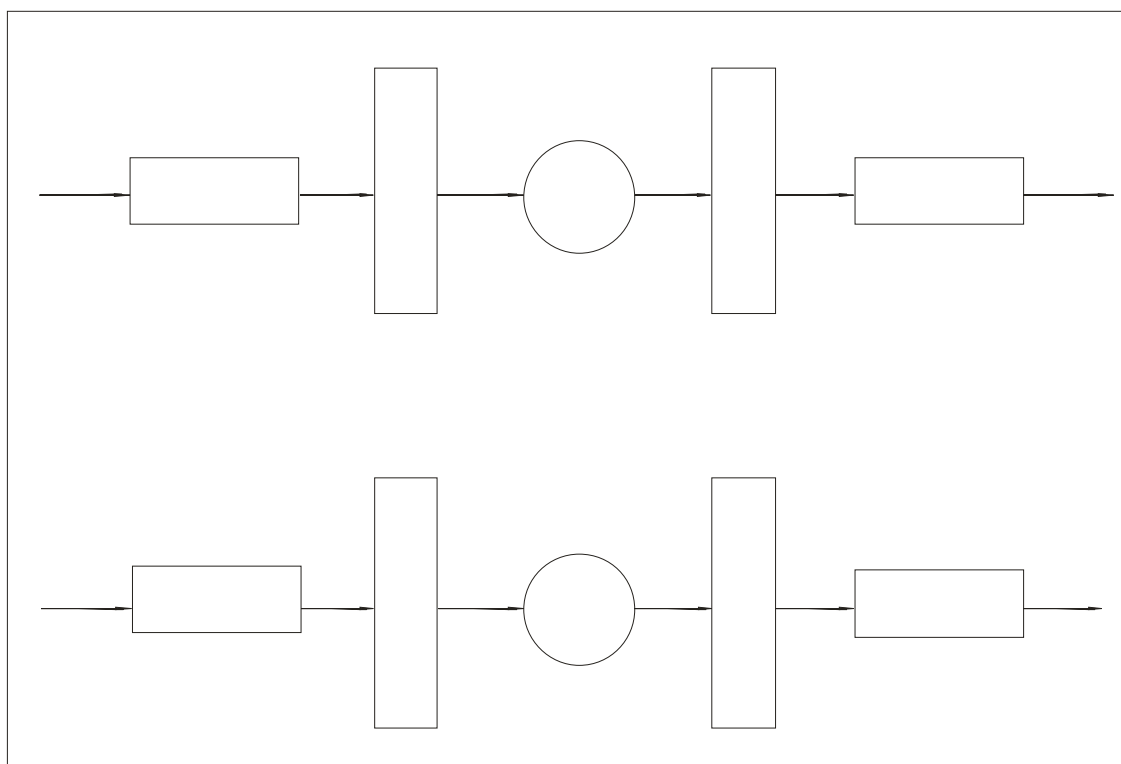


Figura 4. Barreiras sanitárias (Cynamon, 1975).

Os serviços de infra-estrutura se tornam extremamente complexos à medida que o crescimento das cidades promove o aumento na escala dos componentes e nos problemas que trazem sua produção: transporte, instalação, operação e manutenção. Pelo seu gigantismo, criam novos problemas de viabilidade técnico-econômico em cada caso. O problema das distâncias e do superpovoamento muda o aspecto de vantagens que atraíram os serviços e as populações para as cidades (Cynamon, 1992).

Sendo uma intervenção física do homem no meio, as ações de saneamento, para seu conforto, bem-estar e resguardo de salubridade, evoluíram à medida que as civilizações foram se complexificando. Com a urbanização e a construção de grandes cidades, os problemas evoluíram, exigindo novas soluções (Costa, 1994).

Atualmente as ações de saneamento podem ser delimitadas de forma abrangente, contemplando as seguintes ações (FSESP, 1981; Oliveira, 1987; Cynamon, 1975 e Costa e Silva, 1990 apud Costa, 1994):

- ❑ Abastecimento de água, incluindo captação, adução, tratamento, reservação e distribuição;
- ❑ Coleta, transporte, tratamento e destino final de esgotos sanitários, resíduos industriais líquidos e águas pluviais;
- ❑ Acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destino final de resíduos sólidos urbanos e industriais;

- ❑ Controle de vetores (artrópodes e roedores);
- ❑ Saneamento dos alimentos;
- ❑ Condições de salubridade nas habitações, locais de trabalho, de recreação, serviços de saúde e estabelecimentos de ensino;
- ❑ Controle da poluição do ar, da água e do solo;
- ❑ Planejamento territorial e urbanismo;
- ❑ Vigilância sanitária da água de consumo humano, dos meios de transporte, portos, aeroportos, rodoviárias e fronteiras;
- ❑ Saneamento em situações de emergência e calamidade pública;
- ❑ Aspectos diversos referentes ao saneamento do meio, como: cemitério, ventilação, iluminação, etc.

A literatura, inclusive a especializada, diverge quanto à conceituação do que seja saneamento. Para uns, os recursos hídricos e abastecimento de água não estão inclusos, enquanto outros preferem definições mais abrangentes, incluindo-os. Diante da crise do setor de saneamento no Brasil, com uma série de indefinições institucionais, políticas e de diretrizes, nesta dissertação optou-se, pela afirmação das atuais demandas, por definir saneamento de forma mais extensa e abrangente, em seu sentido lato, conforme as ações supracitadas, dentro do escopo do Saneamento Ambiental, uma vez que aspectos sócio-ambientais sofrem e exercem influências sobre diversos fatores e variáveis, sendo imprescindível levá-los em consideração a fim de garantir resultados efetivos e duradouros.

3.4.2. Fundamentos Básicos e Princípios

Enquanto políticas públicas, as intervenções em saneamento devem obedecer aos seguintes fundamentos básicos:

- ❑ **Universalização:** o acesso aos serviços de saneamento deve ser direito de todos;
- ❑ **Equidade:** os serviços e suas cobranças devem ser um instrumento de justiça e inclusão social;
- ❑ **Integralidade:** as ações de saneamento devem ser integradas entre si e com as demais políticas públicas de saúde, recursos hídricos, desenvolvimento urbano, rural e habitação;
- ❑ **Titularidade municipal:** as demandas sanitárias e ambientais são sentidas nas localidades e necessitam de respostas, preferencialmente em nível de primeira instância;

- ❑ **Gestão pública:** os serviços de saneamento são, por definição, públicos, prestados sob regime de monopólios, essenciais para a determinação das condições de vida da população e dos ecossistemas;
- ❑ **Controle social:** a participação da sociedade civil no processo decisório de gestão é fundamental para o controle dos recursos e objetivos de interesse coletivo;
- ❑ **Educação ambiental:** suscitar através da transversalidade a introjeção da consciência ambiental, cultivando conhecimento, julgamento e participação dos grupos sociais nas ações de melhoria das condições dos ecossistemas;
- ❑ **Avaliação continuada:** as ações e intervenções devem visar o atendimento a um planejamento estratégico, submetendo-se a contínuas análises de resultados, norteadas por objetivos claros e progressivos.

Os sistemas de saneamento, segundo Cynamon (1975), devem obedecer a determinados princípios gerais, cuja inobservância leva, inevitavelmente, a péssimos resultados e, conseqüentemente, a desperdícios. São eles:

1º Princípio: Da importância da concentração humana

As medidas de Saneamento se tornam tanto mais importantes quanto maior seja a densidade humana ou de suas atividades por Unidade de área.

Segundo este princípio, as medidas sanitárias só são efetivas quando chegam a atingir o micro-ambiente.

2º Princípio: A importância do detalhe

A obtenção de resultados em saneamento depende às vezes da observância de detalhes mínimos ou, em outras palavras, a inobservância de detalhes mínimos põe a perder por vezes investimentos fabulosos.

3º Princípio: Do alcance e controle

Às medidas de saneamento, cada uma de per si, para serem realmente efetivadas dentro de determinada área geográfica tem que ser abrangentes, proteger por medidas de saneamento parte de uma área dentro de um contexto maior significa colocar em risco de saúde não somente a área como um todo mas principalmente a área supostamente protegida.

4º Princípio: Do período de carência

O período que medeia entre a implantação de medidas de Saneamento e os resultados sanitários é variável dependendo das entidades mórbidas a serem controladas e das medidas de saneamento aplicadas.

Para a análise de alternativas em empreendimentos de saneamento, segundo Silva (1983) devem ser consideradas as três grandezas fundamentais: *espaço, tempo e energia*.

Desta forma, o meio de comparação mais econômico seria o cotejo dessas grandezas, sendo a opção mais favorável aquela que menor dispêndio apresentar em cada uma e na análise de suas interdependências e hierarquias:

- **Espaço:** considerar aqueles espaços ocupados pelos empreendimentos (obras, instalações, serviços de apoio, etc.), além daqueles que ficarão comprometidos isto é, que deixarão de ter as funções ecológicas que desempenham e/ou ficarão impedidos de ter outras utilizações no interesse da população futura.
- **Tempo:** a execução do empreendimento deve ser feita com o menor tempo possível, para que os resultados e objetivos colimados comecem a se apresentar no menor prazo. As zonas mais densas e com maiores riscos à saúde devem ser priorizadas.
- **Energia:** deve-se pleitear o menor consumo de energia representada pela energia externa a ser introduzida nos processos de coleta e tratamento, seja: energia elétrica, insumos, oxigênio, produtos químicos, dentre outros.

A maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial está intrinsecamente relacionada com o meio ambiente. Um exemplo disso é a diarreia, que com mais de 4 bilhões de casos por ano, é a doença que mais aflige a humanidade. Dentre as causas dessa doença destacam-se as condições inadequadas de saneamento (Brasil, 1999).

3. MARCO TEÓRICO

“Para cuidar do planeta precisamos todos passar por uma alfabetização ecológica e rever nossos hábitos de consumo. Importa desenvolver uma ética do cuidado” (Leonardo Boff).

A argumentação teórica deste trabalho está fundamentada nos princípios estabelecidos pela ciência Ecologia, consubstanciando a proposta de análise sistêmica dos recursos naturais e artificiais que constituem o ecossistema urbano.

Estes aspectos conceituais são necessários uma vez que a gênese do conhecimento se insere em correntes de pensamento, através da conceituação de idéias, por um lado; e de fatos concretos, por outro. A conceituação sugere a formulação do *problema*, que por sua vez indica qual deve ser a melhor *resposta* (solução).

A abordagem holística, com a qual se procurou nortear os estudos e análises apresentadas nos próximos capítulos, pressupõe uma aproximação radical entre os campos teórico e prático nas intervenções do saneamento ambiental, sem a qual os resultados para o controle da poluição urbana continuarão precários e incertos.

3.1. Concepção Sistêmica

As abordagens analítica e holística têm sido os dois principais tipos de procedimentos na organização da compreensão dos fenômenos no mundo ocidental, desde o século XVII. No entanto, ao contrário do que se podem sugerir, elas não são excludentes, e sim complementares, conforme destaca Christofolletti (1999):

Torna-se inadequado entender que haja oposição entre as perspectivas reducionista e holística. Elas complementam-se e se tornam necessárias aos procedimentos de análise em todas as disciplinas científicas. O fundamental é sempre estar ciente da totalidade do sistema abrangente, da complexidade que o caracteriza e da sua estruturação hierárquica. A abordagem reducionista vai focalizando elementos componentes em cada nível hierárquico do sistema, mas em cada hierarquia também se pode individualizar nas entidades e compreendê-las em sua totalidade. Sob uma concepção reformulada, substitui a antiga concepção de analisar parte por parte e, depois, realizar a síntese.

Utilizado inicialmente em 1926, pelo acadêmico sul-africano Jan Smuts, o termo holismo sofreu restrições por suas associações ao misticismo e ao vitalismo, pois surgia como um conceito de metafísica (Christofolletti, 1999). Posteriormente, foi cientificamente resgatado junto à elaboração dos conceitos relacionados à Ecologia. Também esta foi desenvolvendo sua definição concomitantemente ao desenvolvimento da Biologia, Física, Química e outras ciências. O vocábulo Ecologia (“*oekologie*”) foi citado pela primeira vez em 1866, por um dos mais ardorosos discípulos de Charles Darwin: Ernest Haeckel (1834-1919). Apareceu na nota de pé de página de seu livro *Generelle Morphologie der Organismen*, substituindo o termo Biologia. Esse neologismo, formado com os vocábulos gregos “*oikos*” e “*logos*”, significa literalmente “ciência do *habitat*” (Acot, 1990). Para Odum (1987):

(...) a Ecologia tem se tornado cada vez mais uma disciplina integrada, que une as ciências naturais e sociais. Embora retenha suas bases nas ciências biológicas, a Ecologia é uma ciência “exata”, pois a pesquisa ecológica utiliza os conceitos e o instrumental da matemática, da química, da física, etc. Mas também ela é uma ciência “aplicada”, pois o comportamento humano tem muito a ver com a estrutura e funções dos ecossistemas (...).

O holismo provém de “*holos*” que em grego significa totalidade. É a compreensão da realidade que articula o todo nas partes e as partes no todo, pois vê tudo como um processo dinâmico, diverso e uno (Boff, 1999).

Esta teoria filosófica é aplicada às ciências ambientais para a compreensão das relações entre os componentes do meio ambiente, sugerindo que os seus elementos vivos

(todos os organismos, inclusive os homens) e não vivos interagem como um "todo", de acordo com leis físicas, químicas e biológicas bem definidas.

Etimologicamente o termo *sistema* origina-se da combinação de dois radicais gregos: *syn*, que significa “junto” e *thesis*, com significado de “união”. Seu sentido literal é o de uma “construção solidária”.

Define-se como o conjunto de elementos, materiais ou ideais, dentre os quais se possa encontrar ou definir alguma relação. Disposição das partes ou dos elementos de um todo, coordenados entre si, que funcionam como estrutura organizada (Ferreira, 1986).

O sistema é uma totalidade criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas inter-relações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas (Haigh, 1985 apud Christofolletti, 1999). Pode ser conceituado como “um conjunto de relações mútuas que constitui uma entidade identificável, seja real ou postulada” (Laszlo & Margenau, 1972 apud Odum, 1988). A definição da condição de contorno e seu recorte dependem, além das características do objeto (sistema), também das condições sócio-culturais em que se inscreve o sujeito observador/conceituador (Morin, 2002).

Quando se conceituam os fenômenos como sistemas, uma das principais atribuições e dificuldades está em identificar os elementos, seus atributos (variáveis), suas relações e níveis hierárquicos, a fim de delinear com clareza a extensão abrangida pelo sistema em foco (Christofolletti, 1999). Sua dimensão mínima é a de uma organização capaz de funcionar por si só, caso contrário é considerado um elemento de sistema.

Nos anos 40, o biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy, deu pertinência e universalidade a esta noção, através da obra: *Teoria Geral dos Sistemas*. Segundo o autor, “somos forçados a tratar com complexos, com *totalidades* ou *sistemas* em todos os campos do conhecimento. Isto implica uma fundamental reorientação do pensamento científico” (Bertalanffy, 1977 apud Silva & Schramm, 1999). Nesta teoria os critérios-chave são: *organização e complexidade*.

Os sistemas possuem estruturação, função, dinâmica e evolução. Quando se apresentam enquanto complexos, significa que são constituídos por uma diversidade de elementos, com muitos graus de liberdade, encadeamentos, interações, fluxos e retroalimentação, compondo uma entidade organizada capaz de adaptar sua estrutura interna interagindo com as informações de seu entorno (Christofolletti, 1999). Esta afirmação implica no fundamento da *mudança*, que é uma das principais características de todos os sistemas. O estudo da complexidade vem sendo considerado como uma importante revolução na ciência,

reformulando e ultrapassando a concepção mecanicista e linear do método científico tradicional.

O físico austríaco Fritjof Capra afirma que o sistema não tem estrutura rígida, mas manifestações flexíveis, embora estáveis, de processos subjacentes, e ressalta que um dos princípios fundamentais nesta concepção é o da *auto-organização*. A estrutura e função do sistema não são impostas pelo meio ambiente, mas estabelecidas pelo próprio. Então um alto grau de não-equilíbrio é absolutamente necessário para a auto-organização (Capra, 1982).

Os critérios do pensamento sistêmico são todos interdependentes. A natureza é vista como uma teia interconexa de relações, na qual a identificação de padrões específicos como sendo “objetos” depende do observador humano e do processo de conhecimento (Capra, 1996).

Na visão de Boff (1999), o planeta Terra é um “sistema de sistemas”, um superorganismo de complexo equilíbrio, urdido ao longo de milhões e milhões de anos. Os sistemas são compostos por múltiplos fatores, energias, relações, inter-retro-reações que caracterizam cada ser do universo, onde tudo co-existe e inter-existe (Boff, 1997).

O planeta como unidade integrada foi focado pelo químico James Lovelock com a colaboração da microbiologista norte-americana Lynn Margulis, nos anos 70, através de estudos para a *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* que culminaram na “Hipótese de Gaia”. O argumento principal é o de que a Terra é uma entidade viva auto-organizada, pelo menos na medida em que, tal qual em outros organismos, sua química e temperatura são auto-reguladas visando um estado favorável à vida. A auto-regulação que consubstancia essa hipótese é demonstrada através do modelo computacional denominado “Modelo das Margaridas”, que simula o desenvolvimento e adaptação de diferentes espécies frente às interferências do ambiente do planeta (Capra, 1996). Para uns, à semelhança de outras hipóteses, esta já provou seu valor teórico. Não obstante, há críticas quanto à sua origem e intenção teleológica (Branco, 1999).

A necessidade que atualmente se verifica em vários autores, de afirmação da perspectiva holística e sistêmica em contraposição à reducionista, pode ser explicada pelo fato desta ainda estar enraizada e ser a concepção mais aceita (*status quo*). Consolidada dentro da conceituação racionalista ocidental tem origens na concepção mecanicista desenvolvida durante a Revolução Científica, através de nomes como Nicolau Copérnico (1473-1543) Francis Bacon (1561-1626), Galileu Galilei (1564-1642), René Descartes (1596-1650) e Isaac Newton (1642-1727) fundadores do método científico moderno.

Para Branco (1999), a validade do princípio de causa e efeito, ou a certeza resultante da repetição, constitui condição indeclinável a uma concepção mecanicista do Universo e isto representa o ponto de partida para o reducionismo, para a concepção atomística.

No século XVIII o filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804) oferece grande contribuição a este debate através da sua crítica à razão pura. Segundo o filósofo, “*o conhecimento, não é o reflexo do objeto exterior: é o próprio espírito que constrói - com dados do conhecimento sensível - o objeto do seu saber*”. Desse modo, Kant reconhece limites para o alcance da razão pura (Branco, 1999).

A dialética proposta em Hegel (1770-1831), representante da corrente filosófica *Idealismo Alemão*, confronta dois pontos de vista (ou dois fenômenos ou fatos históricos) na forma de tese e antítese, originando dinamicamente, uma síntese, a qual é diferente dos dois princípios formadores. Isso se aplica, segundo Hegel, à marcha e ao ritmo de todas as coisas. Um ser se transforma e evolui pelas contradições que apresenta com seu meio. Esta contribuição adquire importância na concepção sistêmica, onde, mais importantes do que os objetos e fatos em si mesmos (ou, para não ferir Kant, suas representações mentais) são as relações entre eles. Em muitos sistemas complexos tais relações são contraditórias e essas contradições são essenciais à geração de um estado de equilíbrio dinâmico característico e necessário à própria integridade do sistema (Branco, 1999).

Nova concepção acerca do movimento dos contrários é apresentada por Karl Heinrich Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895) que formularam uma teoria do conhecimento, através de seu método de análise, denominado *Materialismo Histórico e Dialético*. Sua proposta de coletivizar as riquezas e distribuir justiça social mudou radicalmente a história da humanidade.

A consolidação do pensamento cartesiano exerceu no passado um papel progressista de reflexão, mais independente da fé, em contraposição à visão dogmática, de fundamentação religiosa, que combinava elementos da razão de Aristóteles (384-322 a.C.) da filosofia Escolástica. O antropocentrismo e o domínio sobre a natureza afirmaram-se na racionalidade e no método analítico, trazendo grandes avanços no campo científico e nas aplicações tecnológicas, com o desenvolvimento das especializações. Ainda que limitados, sob o ponto de vista de compreensão da natureza e da missão da espécie *homo sapiens*, permitiram que fossem desenvolvidas importantes conquistas no mundo e no Brasil, inclusive no setor de saneamento, impedindo que as péssimas condições epidemiológicas ceifassem diversas vidas nas cidades e no campo, a justificarem-se na necessidade desenvolvimentista e de manutenção das condições de certa estabilidade do tecido urbano e dos meios de produção.

O cientificismo cartesiano atesta o valor da natureza como bem de utilitarismo. Separa sociedade de espaço, sujeito de objeto, corpo de mente, razão da emoção e homem da natureza (Almeida et al, 1999).

O positivismo, que atribuía à “ciência pura” o papel único de constatação e pesquisa das leis e das relações entre os fatos, teve enorme importância na formação dos engenheiros brasileiros. Com a valorização da filosofia positivista no século XIX, as especializações disciplinares vão se estabelecendo como paradigma (Silva & Schramm, 1999). As principais manifestações do positivismo no Brasil datam de 1850, em teses de doutoramento da Escola de Medicina e da Escola Militar, para em 1870 deixar a academia e passar a interferir na política (Rezende, 2002). Para Marques (1998) a Escola Politécnica do Rio de Janeiro foi uma importante introdutora e veiculadora das idéias positivistas do filósofo francês Auguste Comte (1798-1857).

Não obstante, o quadro favorável ao projeto modernista tem se modificado, sobretudo por razões epistemológicas, pois o positivismo não consegue realizar seu projeto de estabelecer critérios de demarcação entre ciência e não-ciência como garantia da racionalidade e da universalidade de seu método. Razões sócio-políticas para o progresso científico e tecnológico não asseguraram a democracia e o bem-estar da humanidade. Finalmente, verifica-se a falência do projeto modernista em assegurar racionalidade na utilização dos recursos naturais, o que tem conduzido à degradação da qualidade ambiental em diferentes níveis: local, regional e global (Heller, Nascimento, Von Sperling, 1996).

Kligerman (2001) destaca a importância da concepção sistêmica dentro do setor de saneamento e propõe a *Integração Sistêmica* como estratégia de ação entre os setores de saneamento, saúde e recursos hídricos.

O desafio da atualidade está na mudança do atual paradigma utilitarista, pelo da concepção sistêmica, para nortear os estudos e as ações ambientais a fim de efetivamente viabilizar a sustentabilidade das cidades, a partir da conceituação estabelecida por Kuhn (2003) do termo *paradigma* - realizações científicas universalmente conhecidas, que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade praticante de uma ciência. É toda a constelação de crenças, valores técnicas, etc., partilhadas pelos membros de uma determinada comunidade.

Esta perspectiva não se restringe apenas aos estudos dos ecossistemas e dos sistemas artificiais urbanos, mas também das interações entre os sistemas ambientais, sócio-econômicos, políticos, ideológicos, jurídicos e culturais da sociedade, pois prioriza como unidade de observação os processos, a organização e não apenas as estruturas e a ordem.

A **Figura 1**, apresentada a seguir, representa as relações dinâmicas entre os processos político-econômicos, físico-químicos e sócio-culturais que condicionam a estrutura social e espaço-temporal das cidades.

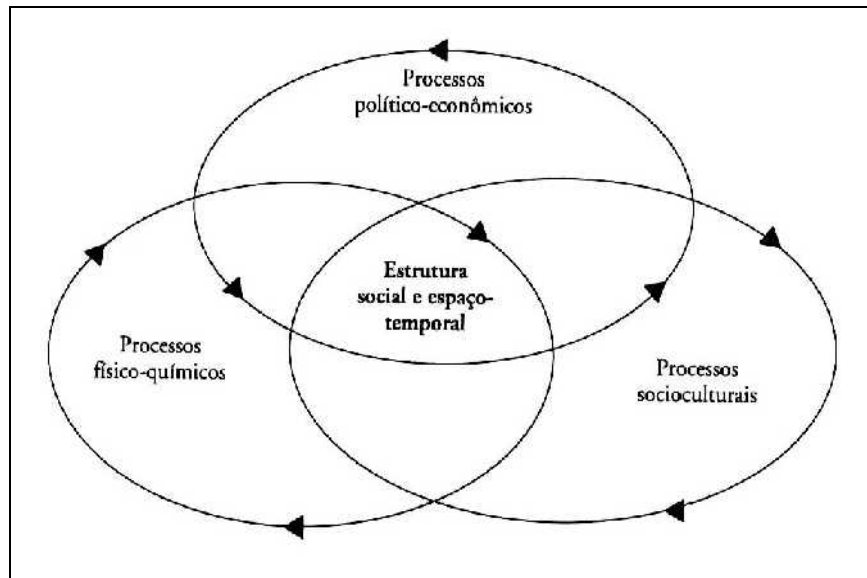


Figura 1. Relações dinâmicas entre processos sociais e ecológicos (Coelho, In: Guerra & Cunha, 2000).

Mesmo com as proposições interpretativas do pensamento sistêmico reforçadas pela incorporação de novos conceitos e comprovações advindas da evolução das ciências - os sistemas complexos, a não-linearidade, os princípios de indeterminação, a física quântica, etc. - o pensamento cartesiano ainda persiste nas intervenções sobre o meio ambiente. As soluções apresentadas pela maioria dos especialistas perpetuam a visão unilateral e utilitarista de dominação do homem sobre a natureza. As limitações das soluções adotadas para o controle da poluição estão reduzindo a disponibilidade dos recursos naturais, vitais para atender às demandas dos ecossistemas heterotróficos das cidades. Este quadro reforça às críticas a este modelo de desenvolvimento, abrindo novas perspectivas.

O **Quadro 1**, apresentado na página seguinte, permite constatar a existência da defasagem entre a visão de mundo que emerge do estudo dos ecossistemas e os valores que ainda predominam na filosofia, nas ciências do homem e na dinâmica da sociedade moderna

Para assegurar a biodiversidade e sociodiversidade é preciso construir um “*modus vivendi*” novo que reconheça a existência e os direitos intrínsecos da natureza.

Quadro 1. Paradigmas dominante e alternativo.

Valores	Paradigma dominante	Paradigma alternativo
----------------	----------------------------	------------------------------

Essência	Material (crescimento econômico) Sistema natural valorizado como recurso Dominação sobre a natureza	Não material/autovalorização Sistema natural valorizado intrinsecamente Harmonia com a natureza
Economia	Forças do mercado Riscos e retribuições Competição Individualidade	Interesse Segurança Cooperação Suprimento coletivo/social
Gerenciamento	Dependência de procedimentos Ações isoladas Sigilo Curto Prazo	Atenção nas etapas com foco em resultados Ações inter-relacionadas Informação compartilhada Longo prazo
Política	Estruturas autoritárias Hierarquia Lei e ordem	Estruturas participativas Não-hierárquico Libertação
Sociedade	Centralizada Larga escala Associativa Ordenada	Descentralizada Pequena escala Comunitária Flexível
Natureza	Amplas reservas Hostil/neutra Controlável	Recursos limitados Benigna Delicadamente balanceada
Conhecimento	Confiança ilimitada na ciência e tecnologia Separação de valor / pensamento / sentimento Racionalidade de meios	Limites e incertezas para ciência e tecnologia Interação de valor / pensamento / sentimento Racionalidade de fins

Fonte: Adaptado Almeida, et. al.. 1999.

Atualmente a interdisciplinaridade é proclamada não só como método e prática para a produção do conhecimento, mas como instrumento de articulação operativa na resolução dos cada vez mais complexos problemas do desenvolvimento. Nas suas diferentes vertentes, as escolas do saber científico devem ser integradas na multidisciplinaridade,

interdisciplinaridade e transdisciplinaridade⁴. Pautando-se, inclusive, na participação do cidadão, devem ser superadas as dificuldades dos técnicos operarem sobre diferentes campos do conhecimento. Na área ambiental, as disciplinas entrosam-se em sua funcionalidade expressando justamente a integração do sistema analisado. Segundo Silva (1974):

Quando procuramos dar solução a problemas de grande atualidade, como: poluição, inundações, super-urbanização, desertificação, produtividade decrescente da agricultura, salinização e eutrofização de lagos, escassez de matéria primas e principalmente de energia, o modelo ecológico nos fornece as diretrizes fundamentais.

A visão antropogênica e utilitarista atua de forma antiecológica e orienta ações deletérias sobre o meio ambiente. Os procedimentos metodológicos utilizados na análise dos fenômenos estão relacionados com a natureza do objeto de estudo e com a visão de mundo adotado pelo cientista. O ponto de vista varia de acordo com as classes e grupos sociais, bem como a evolução histórica dos conceitos. Para Silva (1974), este é considerado a variável holística mais complexa, uma vez que depende de fatores biopsíquicos e sócio-econômicos.

Verifica-se, portanto, a necessidade de a ciência estar compromissada com os resultados e aplicações de suas conquistas, em contraposição à herança retrógrada dogmática do tecnicismo e da “ciência pura”, superando a separação sujeito-objeto que se encontra na origem da ciência moderna.

O estado de complexidade das sociedades contemporâneas e de suas cidades impõe novas problematizações sobre a natureza da poluição, desenvolvimento de metodologias e instrumentos e pesquisa epistemológica da perspectiva sistêmica frente às ações de saneamento ambiental.

3.2. Ecossistema Urbano

Ecossistema é qualquer unidade que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (comunidade biótica) numa dada área, interagindo com ambiente físico (abiótico), de tal forma que o fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não-vivas (Odum, 1983).

⁴ A *multidisciplinaridade* diz respeito ao estudo de um objeto de uma única disciplina por diversas disciplinas ao mesmo tempo. A *interdisciplinaridade* diz respeito à transferência dos métodos de uma disciplina à outra. Já a *transdisciplinaridade* traduziria a superação das etapas predecessores, propondo-se a unidade do conhecimento entre, através e além das diferentes disciplinas. O termo *transdisciplinaridade*, inicialmente apresentado em 1970 por Jean Piaget (1896-1980) possui distinções entre os limites do conhecimento científico e as propostas de diálogos e reconciliações do domínio das ciências exatas com as humanas, com a arte, a literatura, a poesia, a cultura, a tradição, a ética, a estética e até mesmo com a experiência espiritual (Nicolescu, 1997; 2000).

Para Odum (1983), as leis básicas da natureza não foram revogadas, apenas suas feições e relações quantitativas mudaram, à medida que a população humana mundial e seu prodigioso consumo de energia potencializaram a possibilidade de alteração do ambiente. Em conseqüência, nossa sobrevivência depende do conhecimento e da ação inteligente para preservar e melhorar a qualidade ambiental por meio de uma tecnologia harmoniosa e não prejudicial.

Os sistemas urbanos não são constituídos de elementos (subsistemas) isolados nem da resultante do somatório deles. São constituídos de subsistemas que se relacionam de forma sinérgica, em constantes transformações físicas, químicas, biológicas, energéticas, sociais, culturais e políticas.

Na **Figura 2**, apresentada a seguir, representa as inter-relações existentes entre os sistemas ambientais e humanos.

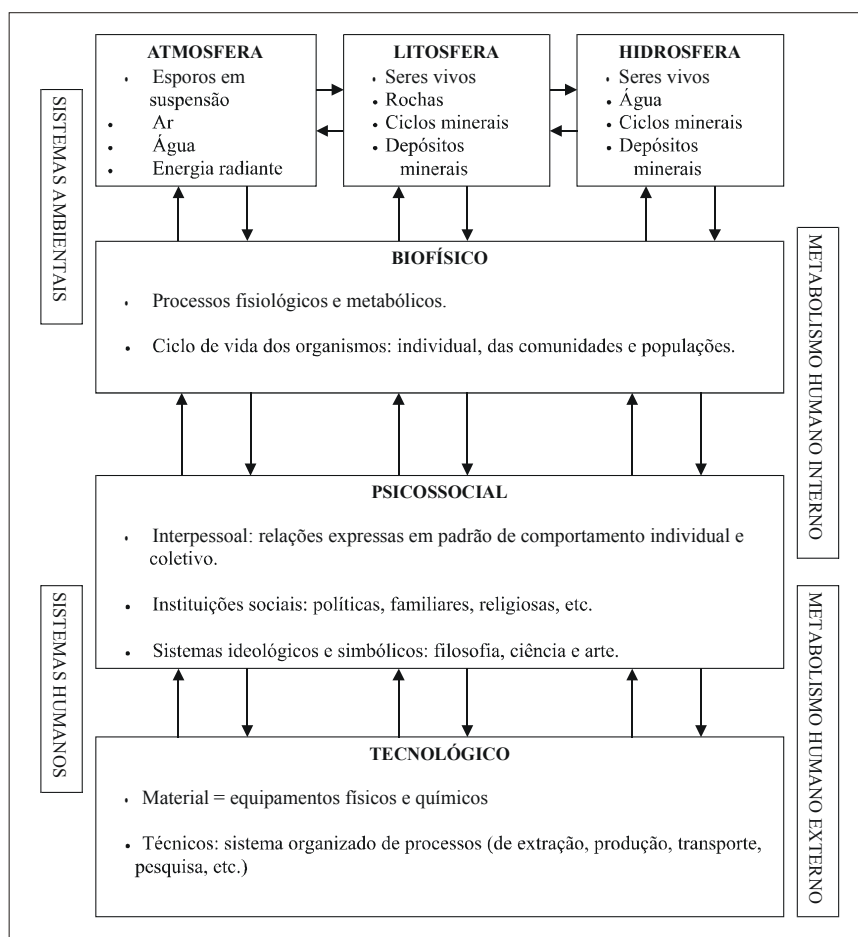


Figura 2. Inter-relações entre sistemas ambientais e humanos.
(Branco, 1987).

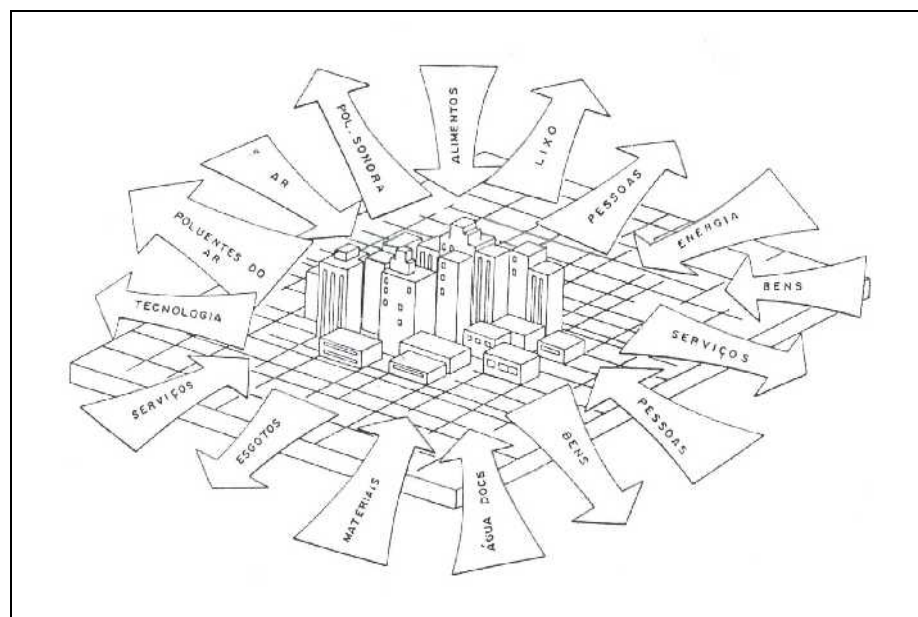
A urbe deve ser vista como uma estrutura global e complexa. As funções e processos das cidades, como o suporte físico e biológico da sobrevivência dos grupos humanos, necessitam de grandes aportes de água, alimentos e energia, bem como de soluções de

afastamento e reciclagem de resíduos, de modo a não saturar o ambiente interno e seu entorno, mantendo sustentável à vida e reprodução dos seres vivos.

Segundo Vianna (1991) as condições ecológicas internas dos centros urbanos são produzidas pelo próprio homem, sobre o substrato natural-físico do lugar onde está a cidade: topografia, clima, presença de rios, mar, tipo de solo, etc. A concentração de atividades produtivas e população humana no espaço urbano implica em organizar áreas e serviços, trabalho, moradia, circulação e outros, reorganizando o espaço físico e as relações ecológicas nos *habitats* pré-existentes à instalação da cidade. A qualidade do ar, da água, clima, insolação, aeração, ruídos, todos estes fatores ambientais são recriados na cidade, e, por vezes, com componentes completamente alterados. Sobre um meio abiótico, em parte dado pela natureza (leis biológicas), em parte construído pelo homem (leis sociais), modificam-se as relações entre populações não humanas, e entre elas e grupos humanos, e entre os componentes bióticos e os abióticos já alterados, de acordo com a evolução do modo de produção. A sobrevivência de outras espécies, nele inseridas, mesmo microorganismos, dependerá de sua introdução ou manutenção nesse meio e criação de condições ecológicas para sua reprodução (Vianna, 1991).

A cidade é dinâmica no tempo, espaço e influência, sendo e ao mesmo tempo constituída por sistemas abertos⁵. Muitos problemas da metrópole estão relacionados com as soluções dos problemas do campo. As migrações para as cidades continuam estimuladas pelas más condições reinantes no meio rural, com excedente de mão de obra, bem como pelo domínio crescente e unilateral da urbe sobre o campo.

A **Figura 3**, a seguir, representa os intercâmbios de materiais, energias e informações necessárias ao metabolismo urbano.



⁵ Os sistemas abertos permitem o intercâmbio de energia, matéria e informação com o ambiente.

Figura 3. Trocas de energia, matéria e informação entre a cidade e seu entorno (Kupchella & Hyland, 1993 apud Ottoni, 1996a).

Para Odum (1988) somente se forem incluídos aos limites da urbe, os seus extensos ambientes de “entrada e saída”, esta poderá ser considerada um ecossistema no sentido complexo.

No caso do Rio de Janeiro estas relações são bem evidenciadas, pois os sistemas naturais, artificiais e seminaturais, como os agroecossistemas circundantes, pelas suas extensões e intensidades se relacionam e interagem de forma singular.

A alta densidade populacional traz a necessidade de aumento dos recursos artificiais, tornando cada vez mais reduzidos os espaços relativos aos elementos naturais, o que faz ultrapassar seu limite de tolerância. Dessa forma, a inter-relação e locação nas grandes cidades tendem a ser cada vez menos ecológicas (Branco & Rocha, 1987).

Entretanto, as modificações antrópicas poderiam se dar de “forma ecológica”. Ao introduzir elementos artificiais ocupando espaços, criando novas estruturas e novos meios, o homem poderia analisar previamente e de forma global as implicações sobre o ecossistema urbano. A não atenção aos limites críticos de manipulação dos sistemas ecológicos, com evidentes prejuízos à saúde e à qualidade de vida, gera também uma problemática em termos de limitação de recursos naturais.

A Agenda 21, item 21.7, menciona:

A existência de padrões de produção e consumo não sustentáveis está aumentando a quantidade e variedade dos resíduos persistentes no meio ambiente em um ritmo sem precedente. Essa tendência pode aumentar consideravelmente as quantidades de resíduos produzidos até o fim do século e quadruplicá-los ou quintuplicá-los até o ano 2025. Uma abordagem preventiva do manejo dos resíduos, centrada na transformação do estilo de vida e dos padrões de produção e consumo oferece as maiores possibilidades de inverter o sentido das tendências atuais.

No item 4.15, tem-se:

A fim de que se atinjam os objetivos de qualidade ambiental e desenvolvimento sustentável será necessário eficiência na produção e mudanças nos padrões de consumo para dar prioridade ao uso ótimo dos recursos e à redução do desperdício ao mínimo. Em muitos casos, isso irá exigir uma reorientação dos atuais padrões de produção e consumo, desenvolvidos pelas sociedades industriais e por sua vez imitados em boa parte do mundo.

No Rio de Janeiro, pela complexidade que se encerra a questão urbana, o desafio está na atuação dos diversos agentes, cooperando entre si, sob diversos aspectos e perspectivas das ciências e técnicas envolvidas. A problemática ambiental é multiforme, portanto o

encaminhamento da solução não pode ser feito como se os fenômenos fossem autônomos. Os conhecimentos não devem se suceder ou se somar, porém se entremear formando um todo coeso como na realidade as coisas se passam. Corre por conta do homem, por motivos práticos, didáticos e até mesmo históricos, a divisão do estudo da natureza segundo as diversas ciências. A proteção ao ambiente caracteriza-se por ações que obedecem a uma hierarquia onde se situa como primeira prioridade a reversão do processo de generalização da poluição em toda área, nos ambientes: edáfico, fluvial, lacustre, marítimo e atmosférico (Silva, 1973).

As tecnologias e metodologias implantadas devem se ater às conseqüências ambientais provenientes da implantação e operação dos empreendimentos de natureza antrópica. Os empreendimentos humanos devem quantificar e incorporar na análise custo/benefício os condicionantes ambientais.

Observa-se que diante da necessidade do desenvolvimento do saneamento ambiental, os conceitos e modelos ecológicos vêm sendo incorporados nos estudos e projetos como ferramentas de gestão e recuperação ambiental. Dentre os diversos documentos-produtos destacam-se: estudos de impacto ambiental (EIA); relatórios de impacto ambiental (RIMA); auditorias ambientais; análises de riscos; estudos de remediação; planos e sistemas de gestão ambiental; normalização e certificação ambiental, etc.

Além da compreensão da necessidade de proteção ao meio ambiente a orientar o planejamento das intervenções nos centros urbanos, para a efetiva implementação das ações pertinentes é preciso um longo trabalho de cooperação entre os partícipes da sociedade em geral: governo, instituições, comunidade, empresas, etc., evitando assim a elaboração de estudos por mera formalidade legal.

3.3. Poluição

As cidades modernas demandam grande influxo de energia concentrada (na maior parte, suprida por combustíveis fósseis). Por serem sistemas heterotróficos, de metabolismo intenso, necessitam de elevada entrada de materiais (matéria-prima), para atender ao uso industrial e comercial, acima e além do necessário para a sustentação da própria vida. Este aumento no agregado energético tem como conseqüência maior geração de resíduos, orgânicos e não-orgânicos (Odum, 1988).

Nesta condição, a capacidade dos ecossistemas interno e circundante de assimilarem e transformarem estas substâncias possui limitações. Por isso, os ambientes de entrada e de saída das cidades são fundamentais à sua sustentação e equilíbrio dinâmico.

O processo de deterioração ambiental ocorre quando quantidades de substâncias que entram no ambiente são superiores à sua capacidade de transformá-las, quantitativa e qualitativamente. Como resultado, acumula-se matéria ou energia no sistema, configurando situação de poluição. Esta pode acarretar desequilíbrio ecológico, caso se estenda no tempo e no espaço, quando o número e a classe de sistemas e substratos contaminados aumentam e permanecem por períodos prolongados.

A poluição é qualquer alteração em um meio que, modificando negativamente suas condições, venha a causar danos à saúde, ao bem-estar da população, à fauna e à flora, aos bens culturais e paisagísticos, bem como às atividades sociais e econômicas.

Para Silva (1975), as origens condicionam as características da poluição, mas não as determinam, pois outras variáveis de natureza sócio-econômica (humana) e mesológicas interferem recíproca e imbricadamente nas mesmas características, já que as origens não são autônomas. Assim, qualquer estudo a partir das origens (particularizadas nas fontes de poluição), se bem que indispensável de um ponto de vista estritamente tecnológico, não conduz a alguma solução que possa se traduzir em ponderável melhoria geral. Ainda afirma:

A poluição é um fenômeno globalmente abrangente, isto é, envolve em qualquer dos seus aspectos, em graus variáveis para cada caso, todos os outros que possam ser considerados. O obstáculo para o entendimento e solução está em que a poluição é de natureza holística, e pode ser definida como uma perturbação do processo expansivo pela interferência de resíduos do sistema que se expande, ou de outros, que lhes sejam contíguos.

A poluição dos corpos receptores (rios, lagos, praias, solos, etc.) traduz-se na redução do espaço ecológico resultante dos espaços físicos, químicos e biológicos de origens multicausais (Silva, 1973).

Para a compreensão da poluição, Silva (1975) considera três variáveis fundamentais que se inter-relacionam: *nível, extensão e ponto de vista*.

- **Nível:** é a intensidade com que é mobilizada a natureza para atender a uma das manifestações da poluição. Seu fator dominante é a composição dos poluentes, existindo uma correlação estatística entre nível de poluição e consumo energético *per capita*.
- **Extensão:** é o espaço, na natureza, comprometido pela poluição, tendo como grandezas determinantes: a constituição e a quantidade dos poluentes.
- **Ponto de vista:** varia com o nível sócio-econômico da população, os usos previstos para os recursos naturais, os critérios hierárquicos considerados nos malefícios da

poluição e interesse pela defesa de outras espécies ou suas diversas formas de associação ou inter-relacionamento.

A salubridade é definida por Vianna (1991) pela qualidade das relações entre a população humana e os resíduos de suas atividades no ambiente, dentro da análise de situações ecológicas organizadas socialmente no processo histórico. A insalubridade ocorrendo, enquanto possibilidade de contato, é gradual, de acordo com a intensidade do contato com resíduos. Ocorrem então situações de inter-relações na ausência de barreiras (físicas, ecológicas ou sociais) construídas, ou na ineficácia das mesmas (Vianna, 1991).

A questão que se pretende abordar nos próximos capítulos, na interação do homem com o ambiente é a relação da população humana com resíduos gerados (em particular os esgotos sanitários), aqueles normalmente não mais utilizados no processo produtivo, isto é, o produto “colateral” de suas atividades e os sistemas artificiais de proteção - os sistemas de saneamento.

3.4. Sistemas de Saneamento

3.4.1. Definições

Saúde: estado de completo bem-estar físico, mental e social, não restringe o problema sanitário ao âmbito das doenças. Além das ações de prevenção e assistência, considera-se cada vez mais importante atuar sobre os fatores determinantes da saúde. É este o propósito da promoção da saúde, que constitui o elemento principal das propostas da Organização Mundial de Saúde (OMS) e da Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) (Brasil, 1999).

Salubridade ambiental: entende-se como o estado de higidez em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias ou epidemias veiculadas pelo meio ambiente, como no tocante ao seu potencial de promover o aperfeiçoamento de condições mesológicas favoráveis ao pleno gozo da saúde e do bem-estar (Brasil, 1999).

Saneamento básico: é utilizado para se referir ao conjunto de ações consideradas prioritárias em programas de saúde pública. Em fins da década de 50, o termo foi cunhado para estabelecer o que era “básico” para interferir no ambiente e obter melhores resultados, frente à restrição de recursos governamentais destinados a estas atividades, referindo-se, portanto, as intervenções de água potável e esgoto sanitário, através da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (Costa e Silva, 1990 apud Costa, 1994). Essa

expressão ganhou força nas décadas de 70 e 80 com a implantação do Plano Nacional de Saneamento - PLANASA, que atuava no sistema de abastecimento de água (prioritariamente) e esgotamento sanitário, além de drenagem urbana (Costa, 1994). Em meados da década de 80, após críticas referentes à necessidade de se ampliar o conceito, passou a contemplar as atividades: abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos, drenagem urbana e controle de vetores.

Saneamento ambiental: é o conjunto de ações sócio-econômicas que têm por objetivo alcançar níveis de salubridade ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural (Brasil, 1999).

Saneamento significa ação de sanear, ou seja, de “tornar saudável”. Seu objetivo final é, portanto, a promoção da saúde. Segundo a Organização mundial de Saúde (OMS) é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeito prejudicial ao seu estado físico, mental e social (Brasil, 1999). Para Costa (1994), o saneamento apresenta enorme gama de atividades que envolvem inúmeras interfaces com outros setores, mas em sua essência é parte das ações de Saúde.. Não obstante, a história do saneamento no país é marcada por uma dicotomia prejudicial marcada pela disputa de influência e de recursos entre o modelo assistencialista, de tratamento médico individualizado e as ações preventivas de saneamento público.

Os espaços onde ocorrem a produção e a reprodução da força de trabalho, quando organizados para tal, são ambientes construídos. Suas condições físicas e ecológicas vêm sendo produzidas socialmente e, portanto, a salubridade é uma condição ambiental, de possibilidade e de intensidade de contato da população humana com outras populações, principalmente agentes patogênicos. A construção do espaço urbano, principalmente de moradia, organiza e “desenha” condições microecológicas que permitem refúgio, sobrevivência e proliferação de agentes patogênicos, parasitos e vetores em potencial, recriando “*habitats*” e nichos ecológicos, na relação entre as populações (Vianna, 1991).

Para Cynamon (1975), as situações de insalubridade em geral têm soluções de barreiras físico-ecológicas construídas, que fazem parte da engenharia sanitária. Essas barreiras sanitárias estão representadas na **Figura 4**, da página seguinte, e são abordadas na definição de saneamento a seguir:

Saneamento pode ser assimilado a um conjunto de barreiras interpostas entre Sistema e Ambiente. Barreiras que são colocadas à saída de um Sistema para evitar a poluição do Ambiente, e barreiras colocadas à entrada de Sistemas (individualmente=homem, coletivo=comunidade ou fábrica, por exemplo) com o propósito de defender os Sistemas contra danos que lhe possam trazer elementos nocivos do Ambiente.

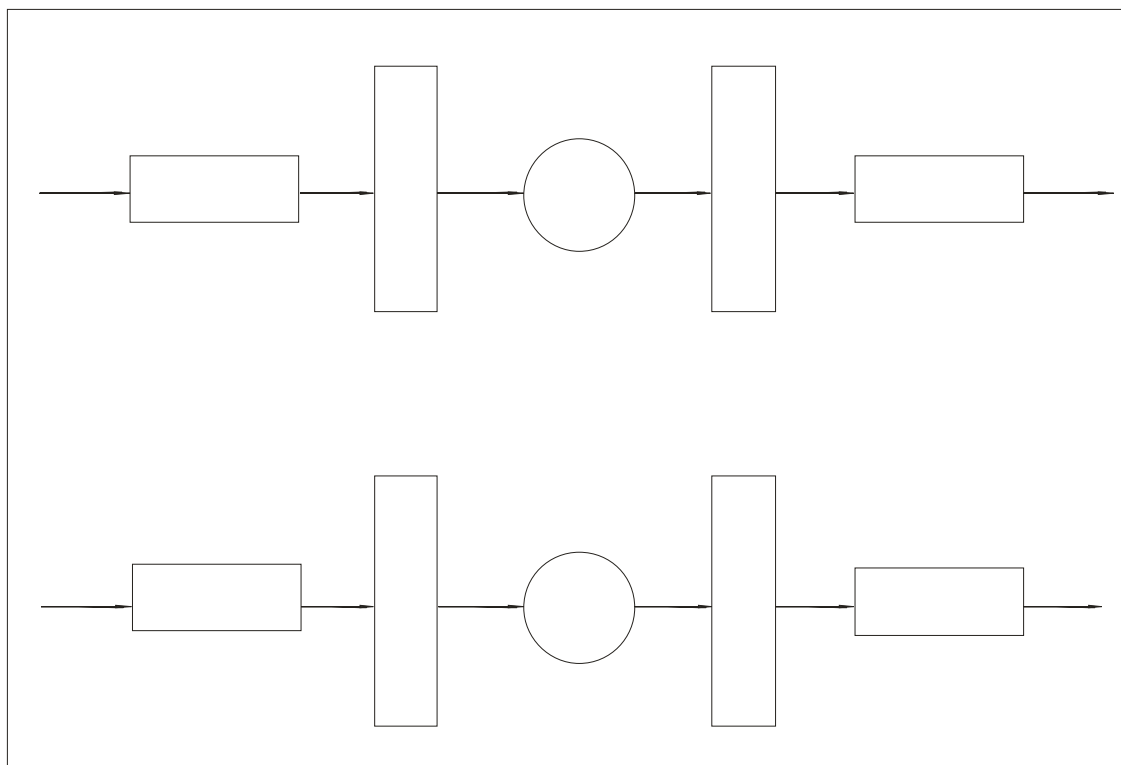


Figura 4. Barreiras sanitárias (Cynamon, 1975).

Os serviços de infra-estrutura se tornam extremamente complexos à medida que o crescimento das cidades promove o aumento na escala dos componentes e nos problemas que trazem sua produção: transporte, instalação, operação e manutenção. Pelo seu gigantismo, criam novos problemas de viabilidade técnico-econômico em cada caso. O problema das distâncias e do superpovoamento muda o aspecto de vantagens que atraíram os serviços e as populações para as cidades (Cynamon, 1992).

Sendo uma intervenção física do homem no meio, as ações de saneamento, para seu conforto, bem-estar e resguardo de salubridade, evoluíram à medida que as civilizações foram se complexificando. Com a urbanização e a construção de grandes cidades, os problemas evoluíram, exigindo novas soluções (Costa, 1994).

Atualmente as ações de saneamento podem ser delimitadas de forma abrangente, contemplando as seguintes ações (FSESP, 1981; Oliveira, 1987; Cynamon, 1975 e Costa e Silva, 1990 apud Costa, 1994):

- ❑ Abastecimento de água, incluindo captação, adução, tratamento, reservação e distribuição;
- ❑ Coleta, transporte, tratamento e destino final de esgotos sanitários, resíduos industriais líquidos e águas pluviais;
- ❑ Acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destino final de resíduos sólidos urbanos e industriais;
- ❑ Controle de vetores (artrópodes e roedores);
- ❑ Saneamento dos alimentos;
- ❑ Condições de salubridade nas habitações, locais de trabalho, de recreação, serviços de saúde e estabelecimentos de ensino;
- ❑ Controle da poluição do ar, da água e do solo;
- ❑ Planejamento territorial e urbanismo;
- ❑ Vigilância sanitária da água de consumo humano, dos meios de transporte, portos, aeroportos, rodoviárias e fronteiras;
- ❑ Saneamento em situações de emergência e calamidade pública;
- ❑ Aspectos diversos referentes ao saneamento do meio, como: cemitério, ventilação, iluminação, etc.

A literatura, inclusive a especializada, diverge quanto à conceituação do que seja saneamento. Para uns, os recursos hídricos e abastecimento de água não estão inclusos, enquanto outros preferem definições mais abrangentes, incluindo-os. Diante da crise do setor de saneamento no Brasil, com uma série de indefinições institucionais, políticas e de diretrizes, nesta dissertação optou-se, pela afirmação das atuais demandas, por definir saneamento de forma mais extensa e abrangente, em seu sentido lato, conforme as ações supracitadas, dentro do escopo do Saneamento Ambiental, uma vez que aspectos sócio-ambientais sofrem e exercem influências sobre diversos fatores e variáveis, sendo imprescindível levá-los em consideração a fim de garantir resultados efetivos e duradouros.

3.4.2. Fundamentos Básicos e Princípios

Enquanto políticas públicas, as intervenções em saneamento devem obedecer aos seguintes fundamentos básicos:

- ❑ **Universalização:** o acesso aos serviços de saneamento deve ser direito de todos;
- ❑ **Equidade:** os serviços e suas cobranças devem ser um instrumento de justiça e inclusão social;

- ❑ **Integralidade:** as ações de saneamento devem ser integradas entre si e com as demais políticas públicas de saúde, recursos hídricos, desenvolvimento urbano, rural e habitação;
- ❑ **Titularidade municipal:** as demandas sanitárias e ambientais são sentidas nas localidades e necessitam de respostas, preferencialmente em nível de primeira instância;
- ❑ **Gestão pública:** os serviços de saneamento são, por definição, públicos, prestados sob regime de monopólios, essenciais para a determinação das condições de vida da população e dos ecossistemas;
- ❑ **Controle social:** a participação da sociedade civil no processo decisório de gestão é fundamental para o controle dos recursos e objetivos de interesse coletivo;
- ❑ **Educação ambiental:** suscitar através da transversalidade a introjeção da consciência ambiental, cultivando conhecimento, julgamento e participação dos grupos sociais nas ações de melhoria das condições dos ecossistemas;
- ❑ **Avaliação continuada:** as ações e intervenções devem visar o atendimento a um planejamento estratégico, submetendo-se a contínuas análises de resultados, norteadas por objetivos claros e progressivos.

Os sistemas de saneamento, segundo Cynamon (1975), devem obedecer a determinados princípios gerais, cuja inobservância leva, inevitavelmente, a péssimos resultados e, conseqüentemente, a desperdícios. São eles:

1º Princípio: Da importância da concentração humana

As medidas de Saneamento se tornam tanto mais importantes quanto maior seja a densidade humana ou de suas atividades por Unidade de área.

Segundo este princípio, as medidas sanitárias só são efetivas quando chegam a atingir o micro-ambiente.

2º Princípio: A importância do detalhe

A obtenção de resultados em saneamento depende às vezes da observância de detalhes mínimos ou, em outras palavras, a inobservância de detalhes mínimos põe a perder por vezes investimentos fabulosos.

3º Princípio: Do alcance e controle

Às medidas de saneamento, cada uma de per si, para serem realmente efetivadas dentro de determinada área geográfica tem que ser abrangentes,

proteger por medidas de saneamento parte de uma área dentro de um contexto maior significa colocar em risco de saúde não somente a área como um todo mas principalmente a área supostamente protegida.

4º Princípio: Do período de carência

O período que medeia entre a implantação de medidas de Saneamento e os resultados sanitários é variável dependendo das entidades mórbidas a serem controladas e das medidas de saneamento aplicadas.

Para a análise de alternativas em empreendimentos de saneamento, segundo Silva (1983) devem ser consideradas as três grandezas fundamentais: *espaço, tempo e energia*. Desta forma, o meio de comparação mais econômico seria o cotejo dessas grandezas, sendo a opção mais favorável aquela que menor dispêndio apresentar em cada uma e na análise de suas interdependências e hierarquias:

- **Espaço:** considerar aqueles espaços ocupados pelos empreendimentos (obras, instalações, serviços de apoio, etc.), além daqueles que ficarão comprometidos isto é, que deixarão de ter as funções ecológicas que desempenham e/ou ficarão impedidos de ter outras utilizações no interesse da população futura.
- **Tempo:** a execução do empreendimento deve ser feita com o menor tempo possível, para que os resultados e objetivos colimados comecem a se apresentar no menor prazo. As zonas mais densas e com maiores riscos à saúde devem ser priorizadas.
- **Energia:** deve-se pleitear o menor consumo de energia representada pela energia externa a ser introduzida nos processos de coleta e tratamento, seja: energia elétrica, insumos, oxigênio, produtos químicos, dentre outros.

A maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial está intrinsecamente relacionada com o meio ambiente. Um exemplo disso é a diarreia, que com mais de 4 bilhões de casos por ano, é a doença que mais aflige a humanidade. Dentre as causas dessa doença destacam-se as condições inadequadas de saneamento (Brasil, 1999).

4. PREMISSAS OPERACIONAIS DOS SISTEMAS DE ESGOTOS

“Como nunca antes na história o destino comum nos conclama a buscar um novo começo(...). Isto requer uma mudança na mente e no coração. Requer um novo sentido de interdependência global e de responsabilidade universal. Devemos desenvolver e aplicar com imaginação a visão de um modo de vida sustentável em nível local, nacional, regional e global” (A Carta da Terra).

4.1. Visão Integrada dos Sistemas de Saneamento

4.1.1. Planejamento Urbano Ambiental

O planejamento urbano ambiental pressupõe a atuação de diversos sistemas, estruturas e serviços nas cidades, desempenhando funções específicas, porém, de forma interdependente e correlacionada. A concepção sistêmica deve nortear a concepção dos projetos em uma gestão articulada e em consequência interferir em todas as fases dos empreendimentos, sendo elas: estudos preliminares, estudos de concepção, projetos, obras e gestão.

A introdução de elementos artificiais no ecossistema urbano ocasiona novas relações com os componentes naturais, que por sua vez estabelecem novas relações ecológicas entre si. A questão central está em como adequar o processo de desenvolvimento tecnológico para melhoria da qualidade de vida da sociedade, com a manutenção de elementos dos ecossistemas em níveis compatíveis com a vida na biosfera.

As recomendações da Agenda 21, item 10.1., indicam:

Caso queiramos, no futuro, atender às necessidades humanas de maneira sustentável, é essencial resolver hoje esses conflitos e avançar para um uso mais eficaz e eficiente da terra e de seus recursos naturais. A abordagem integrada do planejamento e do gerenciamento físico e do uso da terra é uma maneira eminentemente prática de fazê-lo. Examinando todos os usos da terra de forma integrada é possível reduzir os conflitos ao mínimo, fazer as alternâncias mais eficientes e vincular o desenvolvimento social e econômico à proteção e melhoria do meio ambiente, contribuindo assim

para atingir os objetivos do desenvolvimento sustentável. A essência dessa abordagem integrada se expressa na coordenação de planejamento setorial e atividades de gerenciamento relacionadas aos diversos aspectos do uso da terra e dos recursos terrestre.

No item 10.3., tem-se:

Os recursos terrestres são usados para inúmeros fins, que interagem e podem competir uns com os outros; em decorrência, é desejável planejar e gerenciar todos os usos de forma integrada. A integração deve ter lugar em dois níveis, considerando-se, por um lado, todos os fatores ambientais, sociais e econômicos (como por exemplo, o impacto dos diversos setores econômicos e sociais sobre o meio ambiente e os recursos naturais) e, por outro, todos os componentes ambientais e de recursos reunidos (ou seja, ar, água, biota, terra e recursos geológicos e naturais). Essa visão integrada facilita as opções e alternâncias adequadas e desse modo maximiza a produtividade e o uso sustentáveis. A oportunidade de alocar a terra a diferentes usos surge no curso de projetos importantes de assentamento ou desenvolvimento ou de forma seqüencial, à medida que a terra vai ficando disponível no mercado. Isso, por sua vez, possibilita que se fortaleçam modelos tradicionais de gerenciamento sustentável da terra ou que se determine sua proteção, para conservação da biodiversidade ou de serviços ecológicos fundamentais.

A inter-relação entre as estruturas urbanas dá-se de várias formas. A falta de urbanização compromete os sistemas de saneamento e vice-versa. Nas áreas desprovidas de pavimentação, as redes ficam vulneráveis à perda de recobrimento, ação de sobrecargas e depredações. Os sistemas de drenagem são partes constitutivas dos projetos de vias públicas. Por outro lado, deficiências e colapsos em redes comprometem os logradouros e equipamentos urbanos.

Além da interdependência entre os sistemas de esgotamento sanitário, de abastecimento de água e de drenagem urbana, verifica-se sobre a operacionalidade dos sistemas de esgotos e preservação dos recursos hídricos a intensa interferência da gestão dos resíduos sólidos⁶. Tendo acesso à rede de esgoto sanitário pelas instalações prediais, poços de visita ou pela interconexão com as galerias de águas pluviais, os resíduos sólidos comprometem significativamente o escoamento e conseqüentemente, as condições de operação do sistema convencional. Dentre os diversos problemas, encontra-se a redução da seção de escoamento, que pode chegar à total obstrução, comprometendo a integridade das tubulações, das bombas e equipamentos em geral. Na drenagem pluvial, esta problemática é sentida na má limpeza dos logradouros, que através do carreamento dos resíduos pelas chuvas, acarreta poluição difusa das águas pluviais, incorporadas ao sistema de drenagem pelas calhas do rio, através das caixas de ralo, etc. Outro aspecto diz respeito ao procedimento

⁶ A gestão de resíduos sólidos é constituída pelas etapas de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final desses resíduos, bem como medidas para limpeza dos logradouros públicos, tais como: varrição, capina, limpeza de monumentos, etc.

inadequado de limpeza das calçadas, amplamente realizado pelos moradores, a “varrição hidráulica”, que se utiliza das águas para a remoção de terra, lixo, folhas e detritos em geral. Além de resultar em desperdício de água potável encaminham indevidamente os detritos para sarjetas, poços de visitas e calhas dos rios.

Os sistemas de esgotos também geram significativo volume de resíduos sólidos, cuja remoção nos sistemas de gradeamento e nas caixas retentoras deve ser realizada com eficiência para garantir a operacionalidade adequada.

A compreensão sistêmica dos elementos artificiais que compõem a urbe, numa abordagem global da fenomenologia interferente nos ecossistemas, poderá maximizar a capacidade de resposta positiva dos sistemas de saneamento. Para Branco (1987), a proposta é a utilização do planejamento integrado em termos ecológicos, físico-territoriais, econômicos, sociais, administrativos, abrangendo as partes, os elementos e o todo de um sistema ou ecossistema.

O planejamento territorial visando à saúde ambiental é trabalho de equipe reunindo sociólogos, economistas, biólogos, urbanistas, sanitaristas, etc. As variáveis são em grande número e complexas e o processo de planejamento é mais importante que o plano. A metodologia apóia-se na Teoria de Sistemas, em modelos simulados, etc. Depende da política de desenvolvimento, grau de intervenção desejado, recursos, enfoque, e controle das variáveis. É processo circular cumulativo, com retroação.

Nos grandes centros urbanos como a Cidade do Rio de Janeiro, os recursos artificiais são variados e introduzidos em velocidades intensas, em grande quantidade. Os sistemas e serviços de saneamento apresentam-se sofisticados e em grandes escalas. Esta densidade de urbanização para atender a uma alta densidade populacional faz com que haja necessidade de uma intensa interação entre os sistemas de saneamento. Desempenhando funções correlacionadas e localizando-se espacialmente próximos, possuem áreas de atendimento e de influência comum.

A questão preponderante é que esta relação seja planejada e operacionalizada para cumprir efetivamente suas funções específicas. Caso contrário, a ineficiência de um interfere negativamente sobre o outro, podendo, inclusive, estabelecer de forma nociva, interações e sobrecargas indevidas, como é o caso da interconexão entre os sistemas de esgotos.

Como a maioria das cidades brasileiras, o Rio de Janeiro teve seu crescimento espontâneo e fragmentado, através de arranjos não planejados entre as partes e o todo. A oferta de serviços públicos sempre esteve defasada em relação ao ritmo de crescimento acelerado da cidade. Não há pré-estudo e análise dos condicionantes mínimos de suas inter-

relações (em termos ecológicos, físicos, econômicos, sociais e administrativos) de forma global, como um sistema urbano com seus subsistemas.

A disputa por espaços e infra-estruturas adequadas para fixação dos habitantes tem sido um grande desafio, tanto na superfície como no subsolo. No subterrâneo, os espaços também são, na maioria das vezes, rarefeitos e concorridos nos sistemas em operação entre si e entre eles e os desativados. Destacam-se: esgotos sanitários, drenagem pluvial, abastecimento de água, cabos telefônicos, televisão, energia elétrica, dutos de gás, elementos estruturais, fundações, pontes, travessias, estacionamentos, sistema viário, equipamentos comunitários, etc.

O subsolo da cidade possui grandes extensões resultantes de diversas intervenções antrópicas. Sucessivos aterros foram executados sem o devido controle de materiais e de processo executivo, conforme ressalta Brito (Obras, v.XX, 1927):

(...) desde a fundação da cidade o lixo serve de aterro; edificações se fazem sobre terreno de lixo, mal reduzido, parcialmente imerso na água em que foi atirado. O que vais para a ilha de Sapucaia está fechando a baía de Manguinhos, e do alto das ameias do Instituto Oswaldo Cruz vê-se o mal que progride sem protestos (...).

Esta condição, associada às características naturais da geomorfologia, estabilidade e composição do solo, pH, nível alto de lençol freático, traz grandes dificuldades e custos à implantação, durabilidade das estruturas componentes e gestão dos sistemas de saneamento, principalmente os de esgotamento sanitário, que exigem maiores profundidades devido ao escoamento gravitatório.

Lessa (2000) afirma que toda a mecânica de solos no Rio é difícil. Tem-se o transporte subterrâneo mais caro do mundo, cavado ou em rocha viva granítica ou em pântanos aterrados. O Rio de Janeiro, enquanto metrópole, está submetida à dupla restrição solo/água. Drenar mangues e lagos, desmontar morros, furar túneis, conter encostas são operações normais de urbanização na cidade e têm custos extremamente altos.

Animais e vetores como porcos, ratos, etc., além de serem vetores de doenças, podem causar problemas no sistema. A própria biota vegetal interfere com a ação de raízes sobre as tubulações e posterior formação de solos de turfa.

Com as legislações urbanas e de proteção ambiental, o saneamento fica contemplado em tese, através da compatibilização do meio natural a ser protegido, da oferta de infraestrutura e dos limites de ocupação impostos pelos condicionantes, sejam naturais ou resultantes da ação antrópica. A legislação urbanística, em nível municipal, é constituída por instrumentos que dispõem sobre as diretrizes de desenvolvimento do município ou da cidade

(plano diretor), perímetro urbano, parcelamento do solo urbano, posturas municipais, obras e edificações e uso e ocupação do solo urbano.

A lei de uso e ocupação do solo é, entre os instrumentos de responsabilidade municipal, aquele que com mais detalhamento aproxima os temas saneamento e espaço construído em escala urbana, pois pressupõe a convivência pacífica entre os diversos usos das edificações, através da definição dos tipos de atividades permitidas e do estabelecimento de parâmetros de ocupação, em conformidade com a infra-estrutura disponível, densidade desejada e características ambientais próprias das áreas urbanas.

O plano diretor define de forma articulada as grandes linhas de intervenção sobre a cidade, de modo a evitar a urbanização predatória e compatibilizar os diversos aspectos sociais, econômicos, ambientais, culturais e políticos que constituem a própria cidade.

As intervenções de saneamento, em tese, obedecem a um ciclo de desenvolvimento conforme **Figura 5**, apresentada na página seguinte.

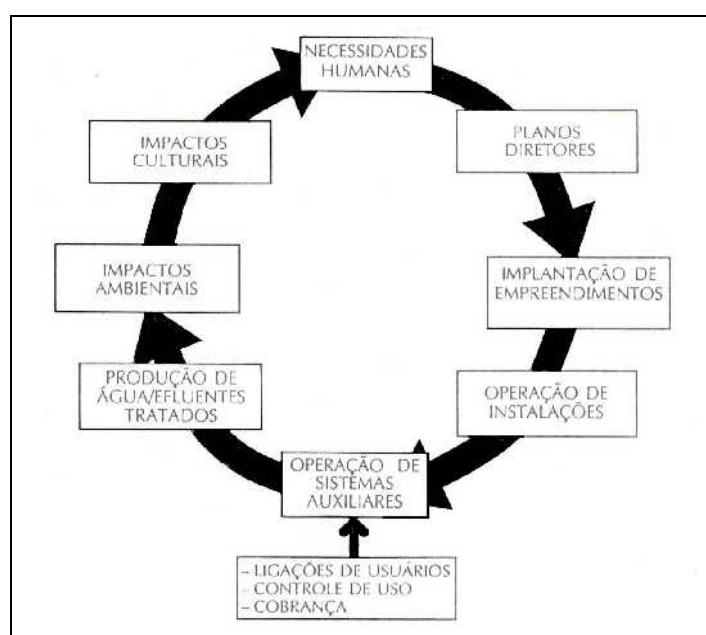


Figura 5. Ciclo de empreendimentos de saneamento Costa & Girafa, [s.d.].

Cynamon (1975) adverte que o saneamento recebe influência dos mais variados setores, tais como: saúde, abastecimento de água, transportes terrestres, marítimos e aéreos, agricultura, planejamento territorial, urbanização e arquitetura, exploração de energia elétrica, sistemas de recreação, educação, economia (custo/benefício).

Para que se alcancem os resultados esperados é fundamental que a política de saneamento seja concebida de forma integrada e articulada com as ações municipais de sua área de influência. As articulações intergovernamental e intersetorial, envolvendo a comunidade, são as bases para um programa de ação mais eficiente da gestão territorial,

interagindo com todos os partícipes, programas e usos distintos e respeitando os condicionantes naturais e sociais.

A utilização dos sistemas computacionais com os avanços tecnológicos dos meios de coleta, manuseio e análise de dados vem a ser um facilitador para a materialização e implantação de ações sistêmicas. Para Odum (1988):

Felizmente os avanços tecnológicos permitiram-nos lidar quantitativamente com grandes sistemas complexos como os ecossistemas. As metodologias de marcadores, química de massa (espectrometria, colorimetria, cromatografia), sensoriamento remoto, monitoramento automático, modelagem matemática e computação fornecem o instrumental para isso. A tecnologia é, contudo, uma faca de dois gumes: pode ser um meio de se compreender a inteireza do homem com a natureza e também um meio de destruí-la.

O desenvolvimento de diagnósticos, programas e ações específicas, tais como: impactos ambientais, identificação e controle de fontes poluidoras, além de outras ações deletérias sobre o meio ambiente, em um planejamento ambiental integrado, requer atividades de controle de uso do solo e aplicação de medidas de proteção ambiental dos meios hídricos, edáficos e atmosféricos. Deve se valer de diversas técnicas, estruturas e processos, combinados entre si para viabilizar uma abordagem integrada, entre os processos de planejamento, gerenciamento e fiscalização ambiental.

A Agenda 21 no item 10.11 recomenda:

fortalecer os sistemas de informação, observação sistemática, e avaliação dos dados ambientais, econômicos e sociais vinculados aos recursos terrestres nos planos mundial, regional, nacional e local, bem como o potencial produtivo da terra e as modalidades de uso e gerenciamento da terra.

Muitos desses elementos já estão disponíveis, mas é necessário generalizar sua aplicação, desenvolvendo-os e reforçando-os. Destacam-se: “*Geographic Information System*” (GIS); “*Global Position System*” (GPS); sensoriamento remoto; modelagem; fotografia aérea ou imagem de satélite; banco de dados ambientais, internet, etc.

A própria evolução da engenharia de análise de sistemas, de modelos de gestões administrativas e da modelagem dos sistemas ambientais implica em uma análise integrada e sistêmica. Para ser implementada em diversas escalas de grandeza espacial e temporal torna-se necessário estabelecer as condições de contorno, os elementos constituintes, a hierarquia das variáveis e os fluxos de matéria e energia desses sistemas.

O não cumprimento da legislação urbana e de proteção ambiental, as dificuldades no desenvolvimento e principalmente na implantação dos planos diretores gerais e específicos

associados à falta de uma política estratégica para o saneamento, infelizmente tende a acirrar a visão corporativa e fragmentada que dificulta a realização de ações articuladas com outros setores.

Grandes dificuldades persistem na superação dos limites setoriais, mesmo em áreas que em tese deveriam estar profundamente relacionadas em suas intervenções tais como as relações institucionais entre os setores de saneamento e saúde, que ainda têm demonstrado dificuldades de articulação (Costa, 1994).

O processo de urbanização, como se apresenta agora, escapou ao controle, a despeito dos esforços de políticos e profissionais envolvidos. Descontrolou-se porque, de fato, a abordagem coletiva das soluções urbanas não existe, é um rol de atitudes individuais motivadas segundo expresso acima, e essas atitudes são ocasionalmente egoístas, às vezes ignorantes, quando não, apenas inocentes (Kolbuszewski, [s.d.] apud Branco, 1987).

As diretrizes para implantação de um planejamento urbano ambiental devem, através do estudo histórico das tentativas de implantação de planejamentos estratégicos no país, impedir erros já cometidos em um passado subordinado ao conceito de *tecnocracia*, que, segundo Ianni (1979 apud Silva, 1998), envolve a “idéia” de governo ou regime em que predominam os técnicos, independentemente do jogo político dos partidos, das relações e lutas de classe, entre outros; e por outro lado traz consigo a supremacia da técnica como uma “variável” independente. Esta inconsistência conceitual resulta em influências políticas veladas e perniciosas ao planejamento, enquanto componente dinâmico do sistema político-administrativo.

Não obstante, o quadro atual reflete um movimento dialético na medida em que as condições de limite e exaustão dos recursos naturais e suas já sentidas conseqüências sobre a sociedade impostas por políticas desarticuladas, descontínuas e fragmentadas, estabelecem contradições necessárias para aumento de consciência e capacidade de indignação, resultando no fato de as questões sócio-ambientais estarem na ordem do dia e na agenda política carioca.

4.1.2. Interdependência com a Sociedade

Os sistemas de saneamento são caracterizados por processos dinâmicos e contínuos de (re)construção e estruturação dos espaços urbanos. Estes sistemas interagem com os recursos artificiais e naturais das cidades e com a população, seja ela residente, flutuante ou temporária⁷.

⁷ Segundo a NBR 9648/86, a população residente é constituída pelos moradores do domicílio; flutuante é a proveniente de outras comunidades com contribuição de esgoto análoga a residente e a temporária proveniente de outras comunidades com contribuição de esgoto inferior à residente.

A relação com que historicamente os governos prestam os serviços públicos e implantam os sistemas de infra-estrutura urbana é, na grande maioria dos casos, considerando e reforçando a suposta postura passiva com a qual a sociedade concebe a concretização destes serviços. Não pretendendo buscar a ideologia refletida nesta prática, as conseqüências desta alienação geram empecilhos ao desenvolvimento da participação pró-ativa e da corresponsabilidade, tão necessárias à conservação dos sistemas públicos. Entretanto, verificam-se grandes esforços das comunidades convergidos em reivindicações de implantação e ampliação dos serviços, bem como nas constantes reclamações de falta de manutenção adequada dos sistemas, o que indica necessidades, expectativas e percepções da sociedade.

A Cidade do Rio de Janeiro, principalmente com o fim do regime totalitário na década de 80, foi palco de intensa atuação de diversas associações de moradores e entidades ambientais na reivindicação de melhorias dos sistemas de saneamento, das condições de operação, ampliação dos serviços, até mesmo com críticas às concepções e alternativas técnicas adotadas (Evangelista, 1989).

Para o desenvolvimento de um ponto de vista (variável holística) adequado, Silva (1974) valoriza a necessidade da divulgação de informações, em termos simples e precisos, quanto à natureza do problema da poluição e da importância da responsabilidade compartilhada. A participação coletiva deve ser estimulada ressaltando exemplos de iniciativas bem sucedidas, utilizando-se meios de comunicação de massa com propriedade e parcimônia nos incentivos econômicos. Deve-se disciplinar a participação, de forma que todos reconheçam o modo pelo qual podem fazê-lo, dentro de suas qualificações e respectivas possibilidades.

Com o apoio e compreensão de um grande número de indivíduos, o desleixo, os argumentos de ordem econômica e outras atitudes pessoais que conduzem ao incremento da poluição, passariam a ser vistos com maus olhos pela maioria sintonizada com o problema, e, aí então as leis teriam condições de atuar e funcionar como instrumento de dissuasão (Silva, 1974).

Atualmente, com o aprimoramento da legislação urbana e de proteção ambiental, a mudança de posturas frente à poluição vem se dando de forma reativa às possibilidades de punições. Os exemplos e estímulos para a evolução de uma postura pró-ativa de valorização dos sistemas, equipamentos e serviços públicos, quando ocorrem, são expressões isoladas ou de um agrupamento específico que, enquanto exceção confirma a regra ainda reinante.

A parceria entre governo, sociedade civil e empresas é essencial para uma governabilidade efetiva. Para Kligerman (2001):

O Estado não tem sido capaz de satisfazer as demandas das comunidades. Isto ocorre devido às estratégias nacionais de melhoria ambiental não contemplarem o nível local como um espaço de intervenção preferencial (...) os problemas “comuns” das comunidades, dos bairros, são deixados para um segundo plano.

Esta falta de atenção ambiental tem feito com que a população reflita sobre a necessidade de se mobilizar para construir uma institucionalidade ambiental local. Daí a necessidade de se criar um nível primário ambiental para reverter a tendência institucionalizada excessivamente centralizadora, que não é capaz de dar resposta a uma demanda crescente e não tem flexibilidade para incorporar outros atores, partes integrantes para a solução desta problemática. Para Kligerman (2001) “é importante alertar que o ator local, a comunidade, o município e o setor privado, devem constituir um elemento integrado e central de uma estratégia participativa cuja meta seja melhorar o meio ambiente local”.

Para Roque (1997), a participação da comunidade afetada pela intervenção leva seus atores a se identificarem com o sistema que, para ela, passa a constituir uma estrutura de propriedade pública e de direito. O não estabelecimento desta identificação acarretará evidentemente numa relação fria e comercial entre os beneficiários e a empresa, sendo esta encarada pela população apenas como aquela que comercializa a água, a coleta e o tratamento de esgoto. A participação da população, assim negligenciada, torna difícil a sua contribuição nas definições de obras, na proteção de mananciais, na conservação e no zelo pelos equipamentos públicos de saneamento. Sob o ponto de vista social, perde-se o fortalecimento da cidadania que a participação permitiria.

A disponibilidade dos sistemas de saneamento tem relação direta com os hábitos e costumes e com suas possibilidades de mudanças. Cynamon (1975) esclarece que a educação influi na escolha de métodos de saneamento e no seu bom ou mau aproveitamento. Por outro lado, a existência ou ausência de medidas de saneamento influi sobre a educação. Para se atingir o máximo de resultados, além dos aspectos físicos, deve-se incluir os aspectos humanos, de mudanças de hábitos, usos, costumes e conscientização em torno do problema.

A maioria das propagandas oficiais dos governos reproduzidas pelas companhias de saneamento que visa apenas obter retorno político imediato das intervenções são colocadas de forma distorcida, com problemas supostamente resolvidos, definitivamente. Trazem ilusões acerca das dificuldades reais desses sistemas, ou seja, desinformam a população. O mais agravante desta abordagem está na noção equivocada de que as obras implantadas trarão por si só a solução dos problemas ambientais e que, conseqüentemente, as ações dos cidadãos não interferem na qualidade desses sistemas. Impõe-se à comunidade uma postura de inércia e de manutenção do *status quo*.

A escala de atuação dos sistemas de saneamento deve chegar ao nível dos usuários, de forma a envolver a participação da comunidade e seus representantes, embora o processo adotado deva ser projetado, operado e mantido por técnicos especialistas. Esta necessidade é estabelecida, uma vez que a comunidade exerce influência direta nas condições de manutenção e conservação dos sistemas de saneamento, sob todos os modelos de gestão adotados, e somente sua informação, julgamento e participação, dentro de uma escala de conscientização, serão capazes, junto aos investimentos necessários, de reverter as condições operacionais dos sistemas implantados e estabelecer o controle efetivo dos níveis de poluição. Um programa de eliminação de ligações clandestinas de esgoto e de extravasores irregulares somente poderá alcançar resultados efetivos e duradouros caso haja o entendimento e a aceitação da comunidade.

Cabe à empresa responsável pelos serviços demonstrar clareza sobre o real alcance dessas iniciativas, de forma íntegra, sobretudo esclarecendo tecnicamente os obstáculos e problemas pelos quais passam os sistemas de saneamento. Este seria um passo fundamental na conscientização da população, que poderia resultar em uma maior participação coletiva. A adoção desta postura política serviria como uma verdadeira educação ambiental e comunitária para transformações culturais de grande alcance, devendo ser aproveitada pelos governos em parceria com sociedade civil organizada, de forma a estabelecer um outro paradigma de informação-participação. Este aspecto se apresenta como necessário à eliminação das interconexões entre os sistemas de esgoto e à proteção dos recursos hídricos. Somente desta forma é que se poderá esperar uma mudança de atitude, hábitos e costumes por parte da sociedade em geral.

Para isso torna-se necessário priorizar a melhoria da operação, manutenção e conservação dos sistemas de saneamento por parte da concessionária, através de uma política de divulgação desses serviços que resulte na melhor “visualização” dos sistemas, na grande maioria das vezes, localizados no mundo “subterrâneo”, longe dos olhos da população e dos políticos. Isso implica também na ampliação e valorização do corpo de funcionários de saúde pública e defensores do meio ambiente, os técnicos que operam estes sistemas.

Segundo Kligerman (2001) a Atenção Primária Ambiental, defendida pela Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), é um instrumento de política para a gestão da saúde ambiental que considera que a solução dos problemas ambientais e sanitários (saúde ambiental) deve ter gestão em nível local, porque é neste nível que há o conhecimento exato da origem dos problemas e é daí que se deve começar o autocontrole.

A necessidade de intervenções em nível das habitações, a fim de melhorar as condições de suas instalações sanitárias e, por conseguinte, eliminar ligações irregulares,

requer atuação conjunta de educadores, técnicos de engenharia e de profissionais da área de saúde, necessidade prática que ratifica a co-relação necessária das ações de saneamento, saúde e educação ambiental.

Na maioria das vezes, a discussão sobre a atuação da população é reduzida à questão monetária, através da dificuldade de sustentabilidade financeira e econômica dos sistemas, provocada pela redução da receita arrecadada em decorrência das inadimplências. A maior participação da comunidade em todas as fases dos empreendimentos, poderia reverter este quadro, trazendo melhorias na qualidade dos serviços prestados.

O conflito entre os homens é fator de desequilíbrio do ecossistema. A pobreza traz o agravamento da degradação do meio ambiente, configurando miséria. Conforme apresentado no subitem # 5.3.5., no Rio de Janeiro, o alto índice de marginalidade associado à alta mobilidade da população residente nas comunidades carentes, consequência da elevada mobilidade de empregos e serviços da economia informal, são graves entraves à educação ambiental, participação e integração social, e a ampliação das intervenções do poder público. Como enfoque sócio-ambiental vale o esclarecimento de Lewis (apud Boff, 1994):

O que nós chamamos de poder do ser humano sobre a natureza vem a ser, na verdade, o poder exercido por alguns homens e mulheres sobre outros homens e mulheres utilizando a natureza como seu instrumento.

O planejamento ambiental urbano das cidades do terceiro mundo, segundo Zorzal (1999b), requer um mapeamento dos conflitos sociais através da análise de estratégias de sobrevivência econômica da comunidade, da situação legal da ocupação do solo, da avaliação de grupos e classes sociais em conflitos e dos mecanismos de participação social.

As técnicas de engenharia, bem como outras ferramentas, caem por terra quando não estão consorciadas à participação comunitária, pois estas certamente providenciam “soluções” próprias na luta pela sobrevivência, ocupando espaços e desenvolvendo-se à sua maneira, freqüentemente às margens do poder público constituído. Todavia quase todos os esforços necessários são postergados pela iniciativa pública para depois que a situação local se torna ambientalmente impraticável (Zorzal, 1999b).

As experiências para incentivar e viabilizar a participação popular são objeto de amplos estudos nacionais e internacionais relacionados a diferentes modelos de gestão dos serviços de saneamento. A instrução escolar é instrumento apropriado ao esclarecimento da importância da higiene do domicílio, do saneamento e da ecologia, se levar em conta o ponto de vista da comunidade e suas limitações.

O aprofundamento dos aspectos culturais e sociológicos quanto ao comportamento dos moradores e as dificuldades pedagógicas de se implantar em mudanças duradouras de hábitos

e posturas que impeçam ações deletérias como as ligações irregulares, escapa ao escopo deste trabalho.

Em síntese, o novo paradigma da saúde ambiental concebe ações necessárias à preservação ambiental, à regularização fundiária e à ordenação do uso e ocupação do solo, com execução de projetos articulados que promovam a melhoria das condições habitacionais, de infra-estrutura, de ampliação da qualidade e cobertura dos serviços sociais, com educação ambiental e apoio ao desenvolvimento comunitário.

4.2. O Esgoto Sanitário

Das sociedades mais primitivas até a Revolução Industrial, os componentes principais dos resíduos das aglomerações humanas eram fecais, orgânicos, restos de roupas e utensílios. Na medida em que o capitalismo desenvolveu a ciência e a técnica para a produção de mercadorias, os processos de industrialização e transformação de matérias-primas trouxeram grandes mudanças qualitativas e quantitativas, passando a produzir águas residuárias mais complexas, como os efluentes industriais sintéticos.

Os esgotos sanitários representam um saldo energético inaproveitável pelos organismos que o produziram, bem como por aqueles que lhes têm funções ecológicas análogas. Entretanto, para organismos decompositores, a matéria orgânica dos esgotos representa fonte de energia indispensável à sobrevivência e à realização de suas funções ecológicas, principalmente a reciclagem dos nutrientes. A poluição proveniente dos esgotos traduz-se nos corpos hídricos no incremento do consumo de oxigênio devido à intensificação do sistema heterotrófico-saprófito.

Segundo prescrito na NBR 9648/86 da ABNT, esgoto sanitário é o despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e contribuição pluvial parasitária, sendo:

- ❑ **Esgoto doméstico:** despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas;
- ❑ **Esgoto industrial:** despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos;
- ❑ **Águas de infiltração:** toda água proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas canalizações;
- ❑ **Contribuição pluvial parasitária:** parcela de flúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede coletora de esgoto sanitário.

Essas definições já estabelecem as origens das parcelas constituintes do esgoto sanitário. O esgoto doméstico, salvo exceção, a parcela mais significativa do esgoto sanitário é resultado do uso da água nas instalações prediais sanitárias das habitações, estabelecimentos comerciais, instituições públicas, além das instalações sanitárias dos estabelecimentos industriais.

O esgoto doméstico, de acordo com a utilização das águas nas edificações pode ter a seguinte classificação (Azevedo, Netto et. al, 1998):

- **Esgoto fisiológico (águas imundas ou negras):** parcela utilizada na eliminação da material fecal, apresentando alto teor de matéria orgânica e grande quantidade de microorganismos, inclusive patogênicos;
- **Esgoto de cocção:** resultante do processo de preparo e limpeza de alimentos e utensílios (geram gorduras);
- **Esgoto profilático (águas servidas):** proveniente da limpeza de corpo, roupas e ambientes.

A denominação *águas residuárias* se aplica aos despejos líquidos, de forma genérica, compreendendo os esgotos domésticos, não-domésticos e pluviais (Azevedo, Netto et. al, 1998). Novas definições estão sendo estabelecidas diante das perspectivas de usos distintos de qualidades de águas diferenciadas e pela ampliação do seu reuso. O esgoto doméstico, sem a parcela do esgoto fisiológico, leva a denominação de *águas cinzas*.

A rede coletora de esgoto sanitário recebe contribuições de origem não-doméstica, podendo ser industriais ou não. Tipicamente, correspondem aos efluentes gerados por diversas atividades econômicas, recreativas e institucionais, tais como: hospitais, clínicas médicas e veterinárias, clubes esportivos, gráficas, lavanderias, oficinas mecânicas, postos de serviços, jôquei, enfim, toda uma sorte de diferentes atividades geradoras de efluentes. Estes, enquadrados enquanto esgoto industrial, somente devem ser lançados na rede coletora de esgoto sanitário dentro dos padrões qualitativos e quantitativos de lançamento, de acordo com as características do sistema existente ou eventual necessidade de adequações ou ampliações.

As águas de infiltração são águas subterrâneas que penetram indesejavelmente nas canalizações pelas juntas⁸, pelas imperfeições das tubulações (defeitos dimensionais, fissuras, trincas, rupturas), pelas estruturas dos órgãos acessórios, elevatórias, etc. Essas infiltrações decorrem dos tipos e qualidade dos materiais empregados, da qualidade das obras, estado de

⁸ As juntas são vedação entre tubulações (ponta e bolsa ou ponta e ponta). As de mau tipo ou execução são responsáveis por infiltrações consideráveis. No caso do Brasil, segundo Azevedo Netto (1979) as juntas de cimento e areia conduziram a maus resultados. Atualmente são recomendados para tubulações de esgoto sanitário apenas juntas elásticas, e mesmo nesses casos para grandes tubulações em concreto encontram-se dificuldades na execução, comprometendo a colocação dos anéis elásticos de vedação e, portanto a estanqueidade.

conservação, condições de assentamento destas tubulações e juntas e das próprias características do meio: nível do lençol freático, clima, composição e estruturação do solo, permeabilidade, vegetação, etc.

No dimensionamento da rede coletora de esgoto sanitário, não são consideradas as contribuições pluviais parasitária⁹ e nem as contribuições irregulares ou acidentais provenientes das ligações irregulares e interconexões com o sistema de drenagem pluvial, diferentemente das águas de infiltração. A contribuição pluvial parasitária encontra caminho para a rede de esgoto sanitário através do escoamento das águas pluviais superficiais (“*run off*”) através de tampões de poços de visita, ligações abandonadas e outras entradas, sendo sazonal, condicionada ao regime pluviométrico e às condições de estanqueidade do sistema. As interconexões serão abordadas com detalhe no capítulo # 6.

Os sistemas de esgotos transportam matéria viva que desenvolve diversos processos metabólicos, gerando gases combustíveis e mórbidos de alta periculosidade. Em síntese, o esgoto é um sistema vivo.

Os impactos ambientais decorrentes da poluição por esgoto sanitário são:

– **No ambiente aquático:**

- ❑ Aporte de carga orgânica, coliformes fecais, coliformes totais, nutrientes (N, P), resíduos sólidos e óleos e graxas;
- ❑ Alteração da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), cor, turbidez, sólidos em suspensão, taxa de sedimentação e pH;
- ❑ Contaminação por organismos patogênicos e metais pesados;
- ❑ Presença de substâncias químicas não biodegradáveis, gás sulfídrico e gases orgânicos;
- ❑ Proliferação de vetores de doenças;
- ❑ Ocorrência de eutrofização artificial;
- ❑ Formação de espuma e lodo.

– **No ambiente edáfico:**

- ❑ Contaminação por organismos patogênicos, metais pesados;
- ❑ Ocorrência de erosão;

⁹ Estudos e medições realizados pelo antigo DES (SURSAN) na área de Copacabana estabeleceram o valor de 6 L/s por quilômetro para a contribuição pluvial parasitária (Azevedo Netto, 1979). Este valor segundo o prescrito na NBR 12207/92 para projetos de interceptores, foi incluído como limite superior da taxa adotada, na inexistência de medições.

- Extravasamento nas vias públicas.
- **No ambiente aéreo:**
 - Ocorrência de odores desagradáveis.
- **No meio biótico:**
 - Morte e deslocamento da fauna;
 - Proliferação de vetores e de agentes patogênicos;
 - Alteração na vegetação;
 - Proliferação de algas.
- **Nos ecossistemas:**
 - Alteração da biodiversidade;
 - Interferência na cadeia alimentar;
 - Alteração dos equilíbrios dos ecossistemas.

A insalubridade resultante dos resíduos procedentes de transformações mais complexas de matéria-prima na produção gera novas relações entre população humana, microrganismos e substâncias químicas residuais.

Como exemplo tem-se a poluição dos orgânicos persistentes, originários de indústrias químicas, que merecem tratamento especial, pela sua resistência, a processos de tratamento convencional e pelo desenvolvimento de agentes patogênicos multiresistentes a antimicrobianos de uso médico, presente em efluentes hospitalar.

Além das doenças de veiculação hídrica, provocadas pelos organismos encontrados nos esgotos tais como: bactérias, fungos, protozoários, vírus e helmintos; outras existem em que a água pode ser um veículo indireto, sendo o “habitat” para os vetores que transmitem. É o caso da malária, febre amarela, dengue, etc.

Um agravante no potencial de contaminação dos esgotos conduzidos pelos sistemas de esgotamento sanitário é o fato de que estes conduzem também efluentes não domésticos (industriais, hospitalares, centros comerciais, etc.), que em muitos casos são conduzidos indevidamente para o lançamento em rede pública, sem um pré-condicionamento necessário,

estando em não conformidade ao prescrito nas regulamentações pertinentes (NT-202 R.10; DZ-215¹⁰ R.3; DZ-205¹¹ R.5 da FEEMA e NBR 9800/87¹² da ABNT).

A contaminação do esgoto sanitário por agentes patogênicos, inclusive os provenientes de estabelecimentos hospitalares, deveria ser mais estudado, levado-se em consideração sua desinfecção nas estações de tratamento do sistema de esgotamento sanitário coletivo.

De uma forma geral, o esgoto transportado atualmente pelo sistema de esgotamento sanitário não é rigorosamente conhecido, nem são conhecidas suficientemente as características intensamente variáveis, sejam dos esgotos sanitários ou dos esgotos pluviais, nem das alterações resultantes da mistura indevida entre eles, de modo a possibilitar respostas confiáveis ao problema da poluição e a apresentação de soluções adequadas.

Pelo exposto, fica evidente a necessidade de impedir a possibilidade de contato entre a microbiota fecal e o meio ambiente, população humana e vetores. Desta forma os esgotos só deverão ser encaminhados aos ambientes naturais quando não mais forem esgotos, permitindo assim que sua energia seja reincorporada à biocenose.

Os dejetos humanos podem ser veículos de germes patogênicos de várias doenças, conforme **Quadro 2**, apresentado abaixo.

Quadro 2. Doenças relacionadas à contaminação por fezes.

Grupo de doenças	Formas de transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Feco-orais (não bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, quando não se tem higiene pessoal e doméstica adequada.	- poliomielite - hepatite tipo A - giardíase - disenteria amebiana - diarreia por vírus.	- implantar sistema de abastecimento de água - melhorar as moradias e as instalações sanitárias - promover a educação sanitária.
Feco-orais (bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, ingestão e contato com alimentos	- febre tifóide - febre paratifóide - diarreias e	- implantar sistema de abastecimento de água - melhorar as moradias e as

¹⁰ Segundo o item 7.3 da DZ-215 - “a licença para o lançamento em rede coletora dotada de tratamento ficará condicionada à comprovação, pelo órgão responsável pela operação, das capacidades de escoamento e de tratamento da carga orgânica biodegradável”.

¹¹ No item 5.1 da DZ-205 - “no caso de lançamento em rede coletora dotada de tratamento, a licença da atividade poluidora ficará condicionada à comprovação pelo órgão responsável pela operação, da capacidade de escoamento e tratamento da carga orgânica biodegradável. Sendo tal capacidade insuficiente, caberá unicamente à atividade poluidora a redução de sua carga orgânica aos níveis previstos para rede coletora não dotada de tratamento. De qualquer forma, a remoção de sólidos grosseiros deverá ser feita por estas atividades, como medida indispensável de proteção da rede coletora”.

¹² De acordo com a norma técnica NBR 9800/87 da ABNT é proibido o lançamento no sistema de coleta pública de substâncias que comprometam a operação e manutenção da rede e interfiram nos processos de tratamento.

	contaminados e contato com fontes de águas contaminadas pelas fezes.	disenterias bacterianas, como a cólera.	instalações sanitárias - promover a educação sanitária - implantar sistema adequado de disposição de esgotos.
Helminhos transmitidos pelo solo	Ingestão de alimentos contaminados e contato da pele com o solo.	- ascaridíase (lombriga) - tricuriase - ancilostomíase (amarelão) strougilardiase.	- construir e manter limpas as instalações sanitárias - tratar os esgotos antes da disposição no solo - evitar contato direto da pele com o solo (usar calçado).
Tênias (solitárias) na carne de boi e de porco	Ingestão de carne mal cozida de animais infectados.	- teníase - cisticercose.	- construir instalações sanitárias adequadas - tratar os esgotos antes da disposição no solo - inspecionar a carne e ter cuidados na sua preparação (cozimento).
Helminhos associados à água	Contato da pele com água contaminada.	- esquistossomose.	- construir instalações sanitárias adequadas tratar os esgotos antes do lançamento em curso d'água - controlar os caramujos - evitar contato com água contaminada (banho, etc.).
Insetos vetores relacionados com as fezes	Procriação de insetos em locais contaminados pelas fezes.	- filariose (elefantíase) - boubá.	- combater os insetos transmissores - eliminar condições que possam favorecer criadouros - evitar o contato com criadouros e utilizar meios de proteção individual.

Fonte: Adaptado de Barros et al., 1995.

4.3. Os Sistemas de Esgotos

Os sistemas de esgotos de uma cidade contemplam o escoamento dos esgotos sanitários e os esgotos pluviais. O sistema de esgotamento sanitário é a integração dos componentes responsáveis pela coleta, transporte, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários. Já o sistema de drenagem urbano é um conjunto de estruturas e ações responsáveis pelo

escoamento das águas pluviais, evitando efeitos adversos, tais como: empoçamentos, inundações, erosões e assoreamentos.

Ambos são subsistemas dos serviços de saneamento básico, que por sua vez fazem parte dos serviços de infra-estrutura urbana. Enquanto sistemas de saneamento, conforme detalhado no subitem # 3.4., são sistemas artificiais, de proteção sanitária e ambiental, que funcionam como barreiras físicas e ecológicas dispostas entre as populações humanas e os agentes patogênicos, bem como entre elas e o meio ambiente.

O sistema de esgotamento sanitário para atendimento coletivo, de modo geral é formado pelos sistemas de coleta/transporte e de tratamento/disposição final. Entretanto, devido aos altos custos de implantação, nem sempre todos os componentes são implantados em uma única etapa. Os projetos podem ser concebidos e ampliados em mais de uma etapa de implantação, dentro de uma previsão de crescimento populacional e expansão da área de atendimento. Com isso ampliam-se as redes, elevatórias e a capacidade de tratamento das estações. Uma outra alternativa está em valer-se de níveis de tratamento distintos para cada etapa de ampliação ao longo da vida útil do sistema (Roque, 1997).

A rede coletora responsável pela coleta e transporte do esgoto sanitário normalmente é constituída pelas ligações prediais, tubulações, órgãos acessórios (poços de visitas, tubos de inspeção e limpeza, terminais de limpeza, caixas de passagem, sifão invertido) e estações elevatórias, devendo encaminhar o efluente **de forma segura** sob o ponto de vista sanitário e ambiental. Para isso deve obedecer às seguintes condições técnicas:

- ❑ Coletar, transportar e afastar o esgoto sanitário o mais rapidamente possível a fim de impedir a septicidade;
- ❑ Impedir a entrada de material ou de efluentes nocivos aos constituintes do sistema, condições operacionais e de tratamento;
- ❑ Permitir a continuidade da coleta e transporte;
- ❑ Vedar a passagem de gases e animais pelas canalizações e órgãos acessórios;
- ❑ Permitir a ventilação nos sistemas prediais de esgoto sanitário;
- ❑ Garantir a estanqueidade, impedindo a passagem do esgoto para o ambiente externo ao sistema, bem como a entrada de águas de infiltração e material sólido carregado;
- ❑ Minimizar a formação de gases;
- ❑ Evitar o assoreamento dentro da rede e a formação de depósitos no interior das canalizações e órgãos acessórios;
- ❑ Limitar a velocidade de escoamento para o controle de desgaste por abrasão;
- ❑ Reduzir a perda de carga no sistema;

- Facilitar inspeções, desobstruções e manutenção em geral;
- Conceber sistemas emergenciais (extravasores e “*by pass*”);
- Oferecer flexibilidade operacional.

As bacias de esgotamento sanitário e pluvial são definidas pelas condições topográficas, uma vez que o regime hidráulico de escoamento é, salvo exceção, o gravitário, de lâmina livre, com ação da pressão atmosférica. O conceito que deve nortear a condição operacional dos sistemas de esgotamento sanitário é o de propiciar a facilidade e rapidez no escoamento, que não deve estar sujeito a mudanças bruscas no fluxo, evitando a produção, o desprendimento de gases e a deposição de material sedimentável. Por outro lado, a redução na perda de carga garante a velocidade de escoamento, otimizando o sistema e seus custos.

Na maioria das vezes, os escoamentos nas tubulações são turbulentos, de regime não permanente, variado, não uniforme, sendo até mesmo descontínuos, principalmente no início dos trechos. Entretanto, para efeito do dimensionamento hidráulico esses sistemas são concebidos utilizando condição simplificada de cálculo, que adota o escoamento laminar, permanente, uniforme (contínuo) e conservativo **em cada trecho**¹³, com contribuição em marcha crescente de montante para jusante. Em consequência desta simplificação são estabelecidas para os cálculos hidráulicos as condições mais desfavoráveis (a favor da segurança) para cada trecho. (ex: vazão mínima inicial, vazão máxima jusante final, coeficiente de reforço, etc). A hidráulica das tubulações absorve perfeitamente as variações decorrentes destas simplificações, contanto que sejam bem operadas.

Além dos próprios cursos d'água naturais e artificiais, as diversas estruturas e procedimentos que compõem o sistema de drenagem objetivam assegurar o trânsito de pedestres e veículos, controlar as erosões, proteger propriedades particulares localizadas em áreas sujeitas à erosão e/ou inundação, proteger logradouros e vias públicas, proteger e preservar obras, edificações e instalações de utilidade pública, proteger e preservar fundos de vale e cursos d'água e eliminar a proliferação de doenças e de áreas insalubres (Barros et. al, 1995).

As sub-divisões das bacias de esgotamento dependem da escala de estudo, do nível de detalhamento e da área contemplada pelo projeto. O entendimento de que o sítio em questão é parte de uma área maior, é imprescindível à análise de como cada sub-bacia pode sofrer influências de áreas e contribuições contíguas, garantindo assim a integração e articulação do sistema como um todo.

¹³De acordo com a NBR 9649/86 da ABNT, trecho é o segmento de coletor, coletor tronco, interceptor, ou emissário, compreendido entre singularidades sucessivas; entende-se singularidade qualquer órgão acessório, mudança de direção e variações de seção, de declividade e de vazão quando significativa.

Este tipo de avaliação deve contemplar o entendimento da flexibilidade operacional uma vez que os sistemas de esgotos devem ser dinâmicos, tanto no que diz respeito à necessidade de ampliação de seus índices de cobertura, quanto na capacidade de realizar modificações em seus componentes, a fim de atender a um estado constante de alterações do complexo urbanísticos das cidades.

Como dito anteriormente, as ligações prediais¹⁴, também fazem parte da rede coletora de esgoto sanitário. Estão na primeira etapa do sistema, sendo responsáveis pela coleta dos esgotos sanitários das residências e seu encaminhamento à rede pública. O somatório da extensão das ligações prediais é, salvo exceção, maior que a extensão total do coletor público de esgoto.

Conforme é detalhado no capítulo # 5, na época da *City* não se podiam construir cozinhas e banheiros nas casas no Rio de Janeiro sem a devida autorização da companhia. Esta atribuição foi gradualmente passada a particulares, cabendo na atualidade à concessionária fiscalizar e notificar apenas a aceitação com relação às ligações prediais, executadas por particulares autorizados.

As condições operacionais dos sistemas prediais de esgotos sanitários, que correspondem às instalações prediais, de responsabilidade particular, estão diretamente relacionadas às condições da rede pública. Conforme advertência de Azevedo Netto (1979), a execução das ligações prediais, na maioria das vezes não é tão cuidadosa como a construção da rede pública. Além disso, o ponto de inserção do coletor predial no coletor público é a parte mais vulnerável das instalações.

É mister que haja mais controle das condições dos sistemas prediais de esgoto sanitário que estão em contato com os usuários e apresentam maiores riscos de má utilização, como também estão mais sujeitos a inadequados projetos e execução. Isto acarreta problemas tanto nas ligações prediais quanto no sistema como um todo. É, inclusive, através dos sistemas prediais que a rede pública é ventilada, condição operacional indispensável. Os hábitos, costumes e informação, definidos pelo nível de condições sócio-econômicas dos usuários definem o uso, adequado ou não, dessas instalações e, conseqüentemente, os problemas que podem ocasionar às redes públicas.

Dentro de uma filosofia de proteção ao sistema público, os aspectos supracitados devem ser encarados como cuidados necessários, correlacionados aos aspectos referentes às ligações prediais irregulares de esgoto sanitário ou de efluentes industriais, que são abordados no capítulo # 6.

¹⁴ De acordo com o prescrito na NBR 9648/86, as ligações prediais são tubulações delimitadas entre a testada dos loteamentos e a ligação com o coletor público.

No sistema de esgoto do tipo *separador absoluto*, as redes coletoras de esgotos sanitários (RES) apresentam características distintas das galerias de águas pluviais (GAP) devido à natureza dos efluentes, cujas diferenças convém destacar:

Material:

- RES: Os materiais e execução devem garantir estanqueidade e permeabilidade (quando submetido à pressão de 0,1 MPa durante 30 min não devem apresentar vazamentos). As juntas devem ser elásticas. Para os tubos em concreto o fator água/cimento é de 0,45, no máximo¹⁵, e o cimento deve ser resistente a sulfato, compatível com o meio agressivo¹⁶.

Existe uma maior diversidade de materiais para as tubulações devido aos diâmetros serem menores (a partir de 100 mm).

- GAP: Os materiais e execução devem garantir a estanqueidade e permeabilidade (quando submetido à pressão de 0,05 MPa durante 15 min não devem apresentar vazamentos). As juntas podem ser rígidas. O fator água/cimento é de 0,50 no máximo e o cimento pode ser de qualquer tipo, exceto no caso de comprovada agressividade do meio externo.

Possuem maiores limitações quanto aos materiais para as tubulações devido a diâmetros maiores (a partir de 300 mm).

Traçado da rede:

- RES: A rede deve viabilizar a coleta dos efluentes sanitários de um maior número possível de residências, abrangendo a maioria dos logradouros da cidade.
- GAP: É suficiente construir a rede apenas nas ruas, que devido à sua baixa declividade, localização em baixas cotas ou a fim de coletar águas pluviais a montante, recolhem as águas da bacia de contribuição. Nas situações opostas o escoamento poderá ser superficial através das pistas de rolamento e sarjetas.

Conduitos:

- RES: O transporte somente poderá ser feito por tubulações ou galerias fechadas.
- GAP: Pode ser conduzido por tubulações, galerias ou canais a céu aberto.

Regime de escoamento:

¹⁵ De acordo com o prescrito pela NBR 8890/03 da ABNT.

¹⁶ O esgoto sanitário no sistema de drenagem pluvial resulta na deterioração física de canalizações de drenagem pluvial (corrosão provocada por H₂S), uma vez que a confecção dos artefatos para água pluvial não consideram a ação deste efluente agressivo.

- RES: O regime de escoamento é contínuo, ocorrendo diariamente, mínimos e máximos de descargas. As tubulações são dimensionadas a funcionarem no máximo a 75% do seu diâmetro.
- GAP: O regime de escoamento das águas pluviais é intermitente. Sua frequência depende da incidência de chuvas e do regime de precipitação. É permitido que os coletores funcionem a seção plena no regime de descarga máxima.

Lançamento:

- RES: Devido ao elevado nível de poluição e potencial de contaminação devem sofrer tratamento antes do lançamento no destino final.
- GAP: Deveriam apresentar-se pouco poluídas, com riscos mínimos de contaminação ou maus odores, podendo desta forma serem lançadas em diversos pontos dos corpos hídricos continentais ou diretamente no oceano.

Um aspecto relevante nas obras de engenharia é a vida útil de seus empreendimentos. A partir do momento que os sistemas ultrapassam o alcance do projeto, tempo para o qual foram concebidos, gradualmente seus componentes vão perdendo eficiência, até o momento em que se tornam ineficazes. Este fato ocorre enfaticamente nas obras de saneamento, pelos limites de depreciação dos equipamentos, durabilidade dos materiais, estruturas e artefatos sujeitos ao meio agressivo, e pela capacidade hidráulica máxima de atendimento de seus componentes. A utilização de sistemas obsoletos não garante atender as especificações necessárias à consecução dos objetivos almejados.

5. HISTÓRICO DOS SISTEMAS DE ESGOTOS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

“Quando está realmente viva, a memória não contempla a história, mas convida a fazê-la” (Eduardo Galeano).

Os sistemas de saneamento são equipamentos e serviços dinâmicos cuja historiografia se confunde com a própria história das urbes, na trajetória de sua organização social e espacial. Sua evolução está vinculada ao desenvolvimento institucional do Estado, ao modo de produção, ao desenvolvimento tecnológico e à distribuição de renda. As condições atuais de uma cidade são intrinsecamente relacionadas ao que se estabeleceu no passado.

Compreender os esforços e energias despendidas historicamente na solução dos problemas sanitários e ambientais é essencial para ampliar a visão da questão. A análise histórica crítica exerce papel preponderante no processo de vitalidade da sociedade, pelo diálogo entre o antigo e o novo, o clássico e o moderno, o consagrado e o emergente, se cultivar o olhar reflexivo para o passado e atento para o futuro.

5.1. Evolução das Concepções de Saneamento

A evolução do conceito de poluição sofre alterações de acordo com seu próprio nível e expansão. As definições clássicas primavam pela conotação estética, de conforto, de incomodidade. Em seguida acrescentou-se gradativamente ao conceito fatores sanitários, econômicos e finalmente, ecológicos, o que demonstra evolução na percepção do problema (Silva, 1974). Também as concepções de saneamento evoluem subordinadas à leitura que delas fazem os diversos componentes da sociedade e suas classes sociais, ao expressarem seus pontos de vista específicos, visões de mundo e expectativas.

A origem das ações de saneamento no Brasil (e em todo o mundo ocidental), enquanto solução coletiva, está associada ao controle de doenças infecto-contagiosas, a partir de meados do século XIX (Costa, 1994). As primeiras manifestações de preocupação ambiental têm suas raízes justamente em problemas de saúde pública, nas doenças originadas por déficit dos serviços sanitários, na contaminação atmosférica e nas condições de moradia e trabalho.

Assim, a saúde e o meio ambiente formam um conceito binário, em que ambos são inclusos e não excludentes (Kligerman, 2001).

A evolução dos sistemas de esgotos, segundo Desbordes (1987 apud Silveria, 1999), pode ser caracterizada pela seqüência das seguintes fases: higienista; de racionalização e normalização dos cálculos hidrológicos; e científica-ambiental do ciclo hidrológico urbano.

Abordagem Higienista

Na Antiguidade, os médicos gregos já faziam alusão à relação entre as áreas pantanosas e as doenças (Rezende & Heller, 2002). No século XVIII, a Itália constatou que as águas de banhados e zonas alagadiças influenciavam a mortalidade de pessoas e animais. Isto foi rapidamente levado em consideração na Inglaterra, Alemanha e mais tarde na França, consolidando a *Teoria dos Miasmas*¹⁷, concepção de contágio atmosférico-miasmático que supunha serem as doenças transmitidas por emanações gasosas provenientes da matéria orgânica em decomposição. Iniciou-se a fase higienista, uma escola de urbanismo caracterizada pela tentativa de assegurar condições ambientais sadias ao ser humano, tendo por fundamentação a implantação de conhecimentos, procedimentos e métodos de referência científica, liderada por médicos que apregoavam a eliminação dos alagados como medida de saúde pública. Alagadiços, valas e fossas receptoras de esgoto cloacal eram aterradas e, posteriormente, substituídos por canalizações, que abriram caminho para os sistemas de esgotos sanitário e pluvial organizados.

Racionalização e normalização dos cálculos hidrológicos

As epidemias de cólera nas grandes cidades da Europa do século XIX, principalmente nos anos de 1832 e 1849, impulsionaram as intervenções implementadas pelos engenheiros e urbanistas. Nesta fase procurava-se determinar e normalizar melhor o cálculo hidrológico para dimensionamento das obras hidráulicas.

Entre 1850 e fins do século XIX, muitas cidades importantes do mundo foram dotadas de grandes redes unitárias de esgotos. Exemplo da concepção higienista para outros países, e já na fase hidráulica, o “*tout-à-l’égout*”, sistema de esgoto francês apregoava a idéia do afastamento rápido das águas de origem cloacal ou pluvial da cidade. Planejado e iniciado a partir de 1824, só começou a receber fezes em 1880, durante o mandato do prefeito Haussmann¹⁸ (Silva, 2002; Costa, 1994).

¹⁷ Com o desenvolvimento da microbiologia esta teoria foi superada, gradualmente, pela *Teoria Contagionista*, fruto das experiências de John Snow (1813-1858), Louis Pasteur (1822-1895) Heinrich Hermann Robert Koch (1843-1910), dentre outros que completaram o sistema de causalidade das doenças. No Brasil, a *Teoria Contagionista* foi ratificada com as ações implementadas por Oswaldo Cruz.

¹⁸ Georges Eugène Haussmann viria a ser mais conhecido pela reforma urbanística que implementou em Paris visando melhorar as condições sanitárias da cidade, adequá-la ao novo modelo industrial capitalista e inibir insurreições proletárias com a eliminação das ruas estreitas e tortuosas dos bairros populares (Benchimol, 1990). Esta foi a principal referência do engenheiro civil Pereira Passos (1836-1913) na implantação de sua reforma urbana na cidade do Rio de Janeiro, como prefeito, entre 1902 e 1906.

Por não alterá-la conceitualmente, esta fase pode ser considerada como um aperfeiçoamento da primeira, portanto uma etapa mais avançada da mesma.

Abordagem científica e ambiental do ciclo hidrológico urbano

Levando em conta os conflitos entre as cidades e seus ciclos hidrológicos, a abordagem ambiental e a explosão tecnológica iniciadas pelos países desenvolvidos a partir da década de 1960, expuseram as limitações do higienismo. Silveira (1999) afirma que alguns autores consideram que nesta terceira fase, houve uma etapa, nos anos 70, calcada nas simulações hidrológicas de bacias urbanas, e que somente numa segunda etapa, a partir dos anos 80, a preocupação ambiental realmente tomou forma.

O afastamento rápido das águas, sem uma análise temporal e espacial ao longo das bacias hidrográficas, e sem maiores cuidados com os possíveis impactos ambientais colaterais se mostrou limitado no próprio combate às enchentes dos grandes e complexos centros urbanos. O comprometimento dos recursos hídricos exigiu novas formas de problematizar a questão.

Em decorrência dos conflitos ambientais e outras incompreensões da complexidade dos ecossistemas nascia o ambientalismo. O desenvolvimento da Ecologia e suas vertentes viria a trazer instrumentos e métodos de análises mais profundos e consistentes às ações antrópicas.

No contexto internacional, a preocupação com a questão ambiental tornou-se proeminente e resultou em grandes conferências mundiais sobre o tema. As preocupações ambientais foram expressas por Rachel Carson no seu livro de bolso – hoje clássico da literatura ambientalista - *Primavera Silenciosa*, de 1962, nas palavras de Aldo Leopoldo em *A Ética da Terra*, de 1949, por George Perkins Marsh, em *Homem e Natureza*, 1864, ou pelos expoentes pensadores da Grécia clássica e na serenidade da sabedoria oriental e suas culturas milenares. A Conferência Científica da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre *Conservação e Utilização de Recursos Naturais*, em 1949, foi o primeiro marco na ascensão do movimento ambientalista internacional (McCormick, 1992 apud Silva, 1999). Já a *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano*, em Estocolmo, 1972, como marco conceitual da defesa dos recursos naturais visando as condições mínimas de qualidade de vida do homem contemporâneo traduz um amadurecimento no movimento ambiental. No mesmo ano é lançado pelo *Clube de Roma* o documento “*The Limits to Growth*”, que estabelecia modelos globais baseados nas técnicas então pioneiras de análise de sistemas, projetados para prever o futuro caso não houvesse o ajustamento devido nos modelos de desenvolvimento econômico adotados na época. Outros esforços se manifestaram na *Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*

(“Rio-92”) e, recentemente, em agosto de 2002, na *World Summit on Sustainable Development*, em Johannesburg, na África do Sul (reconhecida por “Rio +10”), que obteve resultados modestos frente às expectativas e necessidades, segundo alguns.

O conceito de desenvolvimento sustentável, consolidado no “Rio 92”, busca um novo modelo de participação e comprometimento da sociedade para não comprometer o desenvolvimento econômico e social da humanidade no século XXI¹⁹ (global) através da evolução das interações em

As consequências do modelo atual de desenvolvimento, sob o ponto de vista da sustentabilidade, são um cenário crítico.

A Figura 6 ilustra o enfoque linear atual com os resíduos

social e nas gerações presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas necessidades. A Agenda 21 prevê a necessidade de reverter o atual modelo de desenvolvimento em seus pontos críticos e a reversão do modelo atual com o objetivo de melhorar as relações

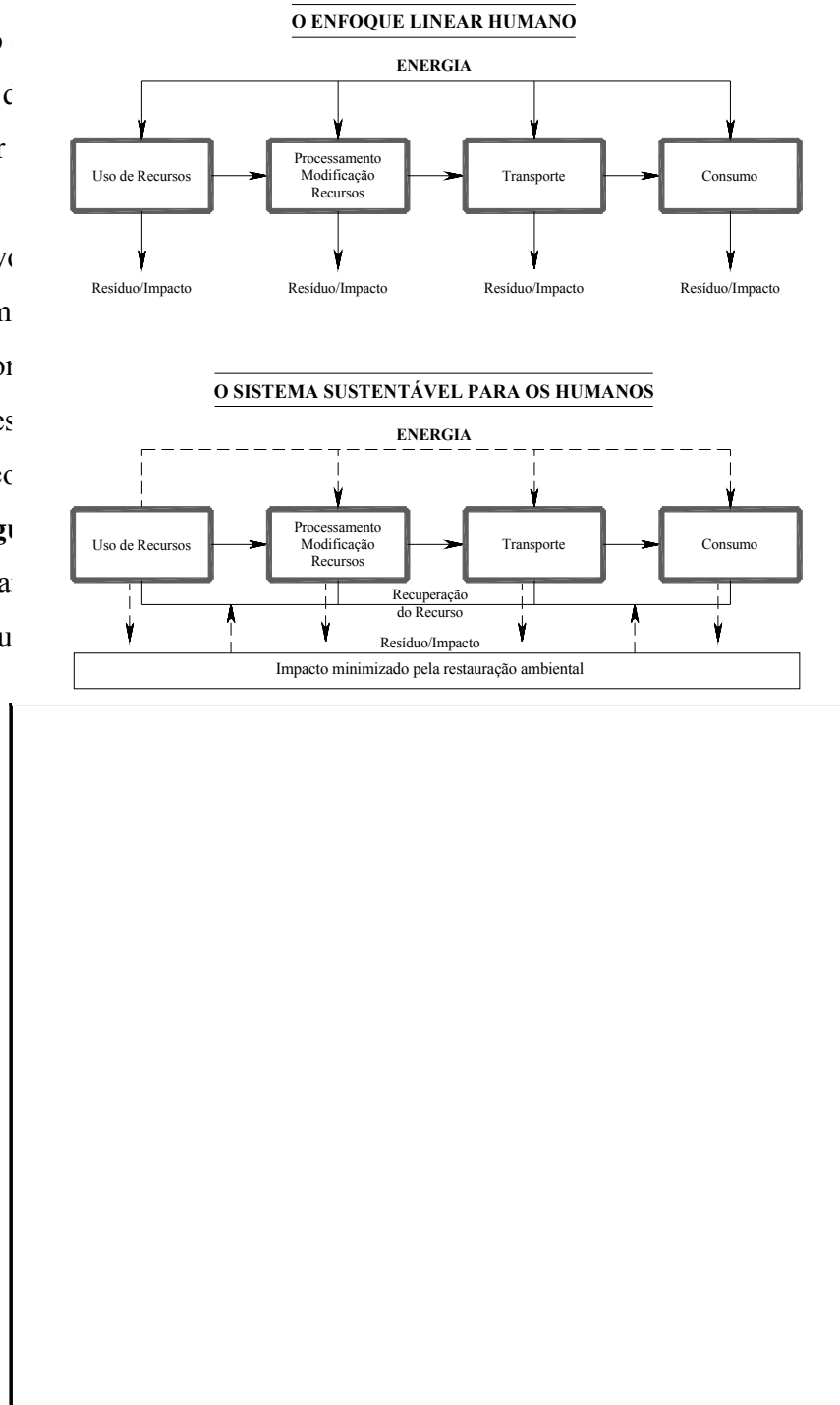


Figura 6. Modelos de desenvolvimento atual e sustentável (Braga et. al, 2002).

¹⁹ A Agenda 21, no capítulo 18 - *Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos*, estabelece para os países as seguintes recomendações nas áreas de programas para o setor de água doce: *desenvolvimento e manejo integrado dos recursos hídricos; avaliação dos recursos hídricos; proteção dos recursos hídricos, da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos; abastecimento de água potável e saneamento; água e desenvolvimento urbano sustentável; água para produção sustentável de alimentos e desenvolvimento rural sustentável; impactos da mudança do clima sobre os recursos hídricos.*

Não obstante, vêm sendo feitas críticas aos diversos conceitos difusos relacionados ao que seja “**desenvolvimento sustentável**”. Feldmann & Bernardo (1994 apud Silva, 1998) afirmam o caráter elitista e conservador desse conceito. Para tais autores, este não é necessariamente um novo paradigma, que suporia alterações estruturais, mas um rearranjo de forças, uma espécie de movimento de modernização conservadora, de base ambientalista. Assim, quanto mais este conceito é usado, mais fica deprimido seu potencial de significar um “novo” pensamento social. Para Zorzal (1999b), este conceito foi em parte digerido pelo poder hegemônico e inserido em sua agenda.

Alguns preferem ampliar o conceito e melhor precisá-lo através de novas terminologias, tais como: cidade sustentável, sociedade sustentável, modo de vida sustentável, incorporando a necessidade de erradicação da pobreza e das desigualdades sociais enquanto preceitos de sustentabilidade.

No Brasil, a reformulação dos currículos plenos dos cursos de engenharia, no limiar da década de 80, passou a exigir a disciplina *Ciências do Ambiente*, dentro do currículo do engenheiro pleno, o que reflete preocupações e aspirações da sociedade, a quem os técnicos prestam seus serviços.

Atualmente, devido às formas de consumo dos recursos naturais, a geração de resíduos, principalmente nas grandes metrópoles, surge a necessidade de controle da poluição sob uma abordagem sistêmica, que considere suas fontes e conseqüências como interferentes e limitadoras do próprio desenvolvimento das cidades. Daí a definição de saneamento ambiental, descrita no subitem # 3.4.1., que não exclui as demandas sanitárias, pelo contrário, a reforça enquanto ação prioritária na garantia de salubridade ambiental, porém não se limitando a estes objetivos.

A periodização da evolução conceitual da natureza das ações de saneamento é necessária para o melhor entendimento das ações dominantes. Entretanto, sua evolução não se deu de forma estanque, obedecendo a uma suposta linearidade. Diversas idéias têm coexistido, se superpondo, avançando, retrocedendo e ressurgindo dialeticamente.

No Brasil, alguns engenheiros do início do século XX foram denominados “enciclopédicos”, por sua sólida formação teórico-básica e, em muitos casos, cultura geral e humanística, que, agregadas às necessidades práticas, permitia-lhes atuar em vários campos da engenharia (Telles, 1984). Mesmo em uma contextualização histórica positivista, isso possibilitou-lhes uma posição em cotas mais elevadas na geomorfologia do conhecimento.

Destaca-se como exemplo a atuação do engenheiro sanitarista Francisco Saturnino Rodrigues de Brito²⁰ (1864-1929), que, mesmo com a limitação dos conceitos e técnicas de manejo dos recursos naturais à época do Higienismo, superou restrições, indicando soluções de abrangência ambiental em diversas regiões do país²¹.

Propunha a ciência Higiotécnica, onde a ação preventiva e corretiva dependia da resolução do problema da *Teoria dos Meios*. Propunha Brito (Obras, v.II, 1901):

O conhecimento teórico dos agentes mesológicos, a par do estudo biológico do homem, consta da consideração: das ações mecânicas, astronômicas e físicas, isto é, relativas à gravidade, à pressão atmosférica, ao movimento e ao repouso dos agentes e dos seres, ao calor, à eletrificação e ao som; das ações químicas e biológicas do ar, dos líquidos, dos sólidos; finalmente, da considerável influência social e moral. As relações recíprocas entre os seres vivos e os modificadores mesológicos formam a teoria dos meios, e ela constituirá, quando elaborada, a fonte das soluções que em vão procura obter presentemente.

(...) falta-nos a elaboração filosófica das relações, isto é, da teoria dos meios. Se esta constitui uma dificuldade genérica e fundamental para dar soluções acertadas aos problemas práticos, ela mais avulta se considerarmos que os documentos em questão, relativos ao homem e aos modificadores mesológicos, apresentam-se sem método e eivados de defeitos, cientificamente examinados. Tratando-se de “saneamento” das cidades, vimos que os obstáculos são quase insuperáveis e que a maior parte das soluções é destituída de precisão, representando simples tentativas, embora muito coroadas de um êxito local que tem conduzido a desastrosas generalizações.

Advertia-nos quanto à necessidade de proteção das bacias hidrográficas, de reflorestamento, no combate a inundações, tendo importante participação na elaboração do *Código de Águas*, para regulamentação das concessões de energia elétrica no país, documento que representou um dos primeiros instrumentos legais de controle do potencial hídrico. Infelizmente só foi instituído em 10 de julho de 1934, cinco anos após seu falecimento (Rezende & Heller, 2002).

A posterior fase das modernas especializações da engenharia e de outras profissões, ocorrida por volta da década de 1960 (Telles, 1984), visou atender às evoluções tecnológicas da era moderna, ao alargamento e à diversificação das áreas, por um lado; e por outro, reduziu

²⁰ Fluminense da cidade de Campos é o patrono da Engenharia Sanitária no Brasil, título atribuído no I Congresso de Engenharia Sanitária, realizado no Rio de Janeiro, em julho de 1960 e endossada no VII Convenção Nacional de Engenharia, de 1972. Segundo Telles (1993) o fundador da especialidade sanitária no país, foi pioneiro na criação do escritório de engenharia consultiva no país.

²¹ Elaborou projetos dos serviços de água e esgoto para: Vitória, Campinas, Ribeirão Preto, Limeira, Sorocaba, Amparo. Também participou dos grandes projetos de Santos, Campos, Recife, João Pessoa, Lagoa Rodrigo de Freitas, projeto de retificação do rio Tiete. Além dos projetos para: Petrópolis, Paraíba do Sul, Rio Grande, Santa Maria, Cachoeira do Sul, Cruz Alta, Passo Fundo, Rosário, Livramento, São Leopoldo, Uruguaiana, São Gabriel, Iraí, Alegrete, Pelotas, Uberaba, Teófilo Ottoni, Poços de Caldas e Juiz de Fora.

a percepção da necessidade de cultura e visão de conjunto por parte dos novos engenheiros e conseqüentemente, sua capacidade de inserção nos problemas nacionais.

Para Silveira (1999), a maioria das obras de drenagem urbana no Brasil ainda segue o modelo higienista. A análise ambiental multidisciplinar depende diretamente das condições locais. Por isso, a prática de transferência de resultados ou métodos é bem menos aceitável hoje do que o era nas etapas higienistas. A maior resistência a esta nova modelagem reside no fato de que sua implantação é complexa e custosa.

5.2. Primeiras Intervenções no Rio de Janeiro

5.2.1. Eliminação dos “Ecossistemas Adversos”

A colonização européia extinguiu a relação harmoniosa entre homem e natureza antes existente no Brasil. Os diversos ciclos econômicos trouxeram impactos negativos sobre os ecossistemas: o extrativismo do pau-brasil, a agricultura de subsistência, a exploração de minerais, a monocultura de açúcar e café, a pecuária e a industrialização. O processo de degradação ambiental não foi gradual nem linear, mas assumiu uma escala mais drástica nas últimas décadas com o desenvolvimento do modelo urbano-industrial.

As perspectivas histórico-culturais condicionam o relacionamento entre as sociedades e a natureza. Deflagraram nos colonizadores o medo da floresta selvagem e as tentativas de sua dominação; nos grupos indígenas e africanos, a perspectiva de refúgio e de conexão com uma cultura anterior; no ciclo econômico do café, a visão utilitarista de exploração e posteriormente sua aceitação com reflorestamento das áreas dos mananciais e das encostas do Maciço da Tijuca e criação dos primeiros jardins públicos; nas teorias médicas, o efeito da manipulação da paisagem local; à aceleração da superimposição da malha urbana à floresta, o recente reconhecimento da necessidade de preservação do ecossistema local remanescente (Schlee, 2001).

Na sua fase inicial, as mesmas condições de isolamento que serviram à defesa do Rio de Janeiro frente aos constantes ataques promovidos pelos índios e estrangeiros tornaram-se depois entraves ao desenvolvimento da cidade. A conquista de espaços e infra-estrutura adequados à fixação dos habitantes foi sempre um grande desafio. A constituição topográfica, geológica, climática e hidrológica da cidade, associada à configuração original de sua ocupação e do modelo de colonização, tornaram-na um ambiente propício à proliferação de doenças. No entanto, para não incorrer em uma geografia determinista e reducionista, a análise através dos condicionantes geográficos deve ser criteriosa.

O núcleo embrionário da cidade do Rio de Janeiro desenvolveu-se nas estreitas faixas entre mar e montanha (Coaracy, 1965; Abreu, 1992), delimitadas pelos morros do Castelo, Santo Antônio, São Bento e Conceição, região denominada *Quadrilátero da Várzea*, área sujeita a inundações pelo efeito das chuvas e preamares. A região era de difícil fixação, situada na zona tropical, de planícies baixas (algumas inferiores a cota média das marés) com pouca declividade, rodeada por montanhas e serras de alta declividade, primitivamente formada por extensas áreas inundáveis, lagoas, alagadiços, pântanos, mangues e cortada por uma série de rios e córregos. As águas das marés invadiam os charcos tornando alguns morros parcial ou completamente insulados.

São dois os domínios fisiográficos principais da cidade: o relevo montanhoso representado pelos maciços da Pedra Branca, Tijuca, e Mendanha-Gericinó e as zonas de baixadas circundantes, denominadas localmente de Santa Cruz, Jacarepaguá, Fluminense e litorânea ou entorno do Maciço Litorâneo. Na faixa litorânea, os cordões de restingas individualizam formações lagunares de pequena profundidade, destacando-se as lagoas de Jacarepaguá, Tijuca, Camorim e Rodrigo de Freitas. Os maciços são centros dispersores das águas pluviais que convergem para o fundo de vales e zonas de baixadas circundantes onde atualmente se situam os bairros de maior densidade demográfica.

A **Figura 7**, apresentada a seguir, identifica as características fisiográficas citadas.



Figura 7. Mapa topográfico da Cidade do Rio de Janeiro (Imagem multiespectral cedida ao Ministério do Exército pela SPOT IMAGE).

As características geomorfológicas naturais e as sucessivas alterações físicas trouxeram grandes desafios para o processo de urbanização, implantação e gestão dos serviços

de infra-estrutura. O crescimento da cidade foi, em grande parte, produto da realização de obras de saneamento.

Os primeiros trabalhos de drenagem consistiram na construção de telhados inclinados e escavação de valas no solo com a finalidade de propiciar o escoamento de águas estagnadas e de chuvas, práticas de uma engenharia primitiva (Silveira, 1999).

O crescimento populacional aumentou a demanda por aterrar, inicialmente novos caminhos e depois, novas áreas edificáveis, somando-se à necessidade de combate aos miasmas, solução adotada e intensificada nos períodos subseqüentes, que eliminou sistematicamente diversos ecossistemas. O desmatamento começou com o pau-brasil e perdurou por todos os ciclos de monoculturas e ocupação.

O dessecamento de áreas alagáveis iniciou-se em 1641 na antiga Lagoa de Santo Antônio (atual Largo da Carioca e imediações). No princípio do século XVIII ocorreu o primeiro grande aterro. A antiga praia de Manuel Brito deu lugar ao Terreiro do Carmo, atual Praça XV de Novembro. Difícil aterramento se deu no grande Saco de São Diogo, que ia da atual Rodoviária até a Praça da República e a Tijuca, iniciado por D. João VI, passando pelo Império (1835), continuando com o Barão de Mauá, em 1857, e concluído por Pereira Passos. Nesta época, a construção de trecho do canal do Mangue, na altura do Viaduto dos Marinheiros até o Cais do Porto interligou a comunicação com o mar em suas extremidades. Foram consumidos cerca de 3 km² de manguezais sendo construído sobre o aterro, a Cidade Nova e a Avenida Brasil. O aterro da orla do Caju a Copacabana, com a construção do Cais do Porto, disponibilizou uma área de 15 km² (Zee, 2000). Outros diversos aterros se sucederam na cidade tanto nas áreas continentais como na orla marítima até recentemente, em 1992, com a construção da Linha Vermelha.

A **Figura 8**, apresentada a seguir, mostra aspectos do Canal do Mangue, em 1928, que passou a escoar, desde os primórdios, a drenagem fluvial, pluvial e também os esgotos domésticos.



Figura 8. Canal do Mangue (Augusto Malta, 09/06/1922. AGCRJ).

O arrasamento de morros (totais e parciais) para realização de aterros e disponibilização das áreas pertencentes às antigas elevações se deu, a partir de 1779, com o Outeiro das Mangueiras, seguido dos morros do Senado, Castelo, Santo Antônio, Anhangá, Caboclo e Baiano (Barreiros. In: Silva, 1965).

A **Figura 9**, abaixo, apresenta o desmonte, ocorrido em 1922, do morro do Castelo, baluarte da cidade nascente.

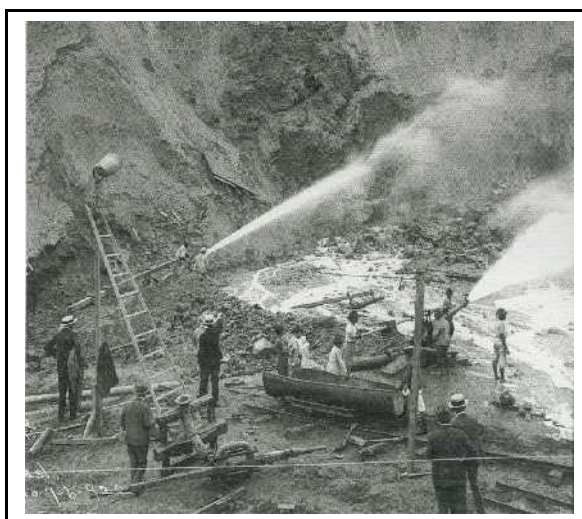


Figura 9. Arrasamento do morro do Castelo. (Augusto Malta, 09/06/1922, AGCRJ).

Rios foram retificados, canalizados e aterrados. Diversas praias, alagados e ilhas foram suprimidas. A cidade aumentou seu espaço urbano conquistando colinas, planície e vales, avançando sobre montanhas, brejos, pântanos, mangues, lagunas e sistemas fluviais e fazendo

recuar a linha do litoral, com a eliminação das reentrâncias da orla marítima - enseadas, sacos, gamboas, restingas, pontais, estuários, etc.

Os sucessivos aterros geraram diversos impactos, tais como: supressão de nichos, subsistemas e ecossistemas, artificialização das margens naturais, redução no espelho d'água, introdução de materiais estranhos ao meio ambiente, alteração no sistema de circulação de correntes de maré criando áreas erosivas e deposicionais, alteração do perfil de equilíbrio dos rios e canais, redução da declividade e agravamento das inundações, instabilidade em aterros sobre material de baixa capacidade de suporte e/ou mal confinados (Zee, 2000).

A solução adotada viria a trazer no futuro grandes desafios para o sistema de esgotos da cidade. Os percursos dos rios tornaram-se mais longos e diminuiu-se a declividade dos estuários. Este fato agravou ainda mais os problemas de escoamento decorrentes das baixas declividades que caracterizam os cursos d'água das baixadas. Os diversos espaços alagáveis da cidade, que naturalmente sofriam inundações, configuravam primitivamente “áreas pulmão”. Sendo incorporadas ao processo de urbanização, as edificações e seus habitantes tornaram-se susceptíveis às enchentes com todos os seus transtornos.

Associadas ao efeito de maré, as características dos talwegues dos rios cariocas resultaram em uma configuração que, por si só, impôs soluções de esgotamento complexas e custosas. Acresce comentar que as obras de engenharia, realizadas de forma autônoma e estanque, na ausência da ação fiscalizadora dos governos em uma perspectiva integrada, resultaram em graves conseqüências para os ecossistemas. O próprio poder público, movido pelas pressões econômicas e políticas, é um tradicional infrator ambiental, conduzindo, estimulando ou cedendo concessões para diversas intervenções nocivas ao meio ambiente e às comunidades, sem a devida análise dos impactos nos ecossistemas, na dinâmica da cidade e nos seus sistemas de infra-estrutura.

O **Quadro 3**, a seguir, lista os acidentes alterados e desaparecidos do centro da cidade do Rio de Janeiro (Barreiros, In. Silva, 1965) e a **Figura 10**, subsequente, identifica a posição dessas alterações físicas na porção continental e na orla marítima.

Quadro 3. Acidentes desaparecidos e alterados do centro da cidade do Rio de Janeiro.

Cód.	Acidente físico	Cód.	Acidente físico
A	Gamboa Grande	11	Ilha dos Melões
B	Lagoa da Sentinela	12	Ilha das Moças (Cães)
C	Lagoa do Polé (Pavuna ou Lampadosa)	13	Saco do Alferes
D	Lagoa de Santo Antônio (Ajuda)	14	Praia da Chichorra
E	Lagoa do Destêrro	15	Saco da Gamboa

F	Lagoa do Boqueirão	16	Ponta de Nossa Senhora da Saúde
G	Mangal de São Diogo	17	Praia do Valongo
1	Final do trecho navegável por canoas e faluas	18	Praia do Valonguinho
2	Outeiro das Mangueiras	19	Arraial de São Francisco da Prainha
3	Morro do Senado (Pedro Dias)	25	Ponta da Piaçaba
4	Morro do Castelo (Descanso)	26	Praia de Santa Luzia
5	Morro de Santo Antônio	27	Praia do Boqueirão
6	Aguada dos Marinheiros	28	Praia da Lapa
7	Ilha dos Ratos (Fiscal)	29	Praia da Glória
8	Praia de São Cristóvão	30	Saco da Glória
9	Saco de São Diogo	31	Praia do Russel
10	Praia Formosa	32	Ilha de Villegaingnon

Fonte: Barreiros. In. Silva, 1965.

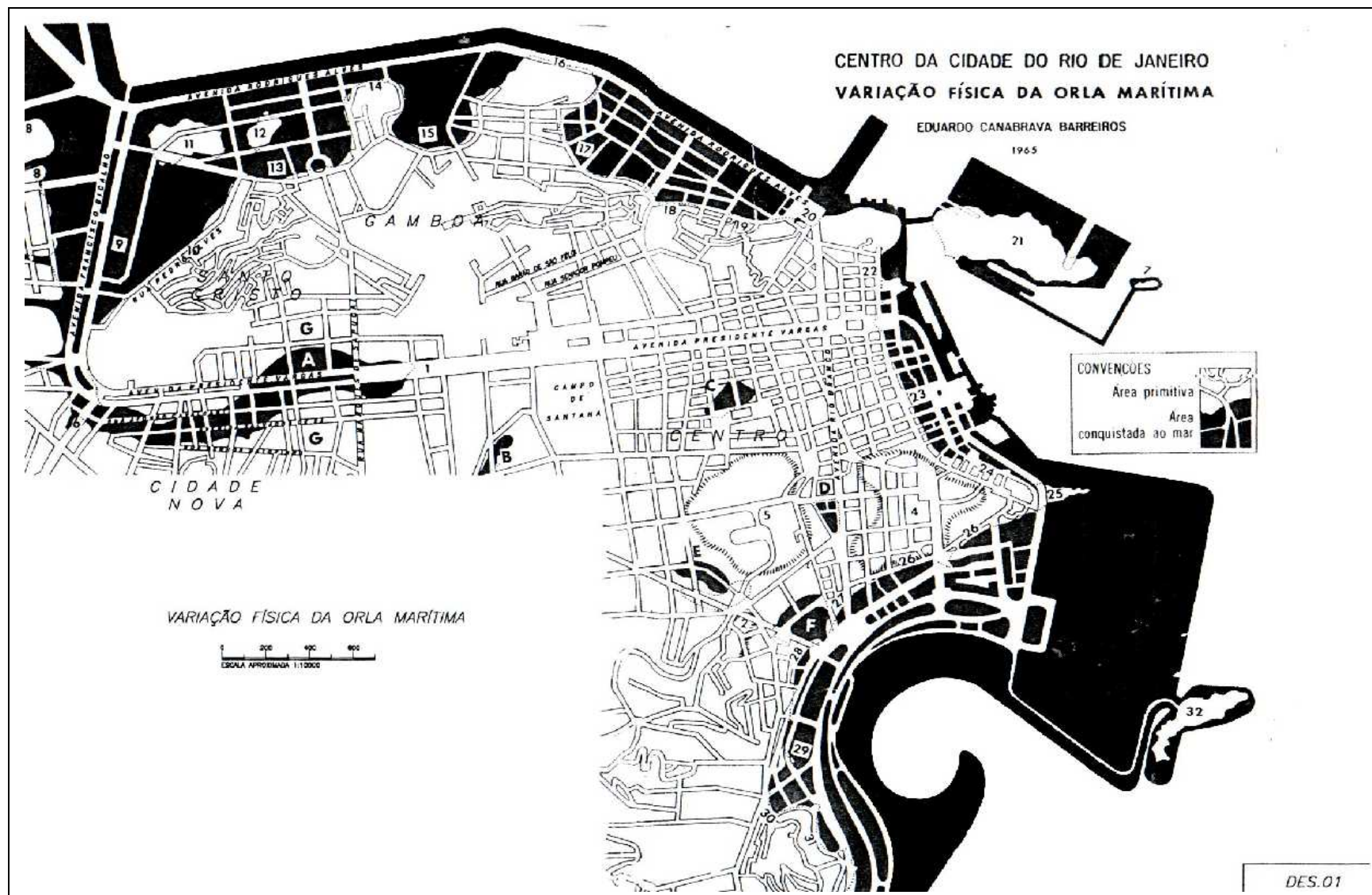


Figura 10. Alterações físicas do centro da cidade do Rio de Janeiro (Barreiros. In: Silva, 1965).

Alguns ecossistemas, mesmo não sendo eliminados por completo, sofreram intensas ações antrópicas, alterando significativamente suas relações ecológicas, como a biodiversidade, balanço hídrico, condição de contorno, presença de vetores, alterações físico-químicas, dentre outros. As **Figuras 11a e 11b**, a seguir, apresentam o contraste de dois momentos distintos do ambiente estuarino da Lagoa Rodrigo de Freitas.

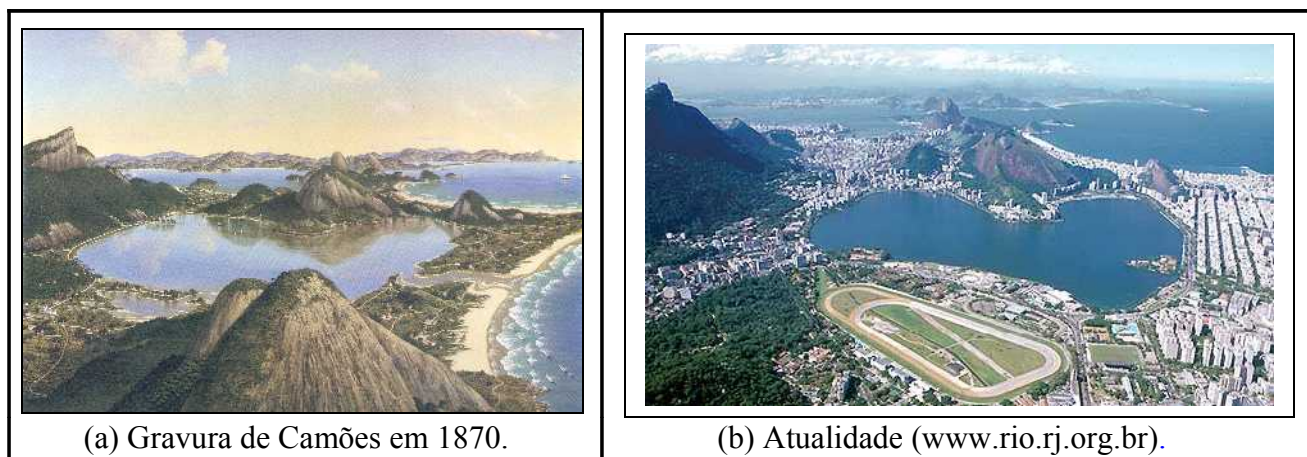


Figura 11. Aspectos da Lagoa Rodrigo de Freitas.

Na **Figura 12**, apresentada abaixo, estudos desenvolvidos por Breno Marcondes Silva representam a redução do espelho d'água da Lagoa Rodrigo de Freitas decorrente de sucessivos aterros.

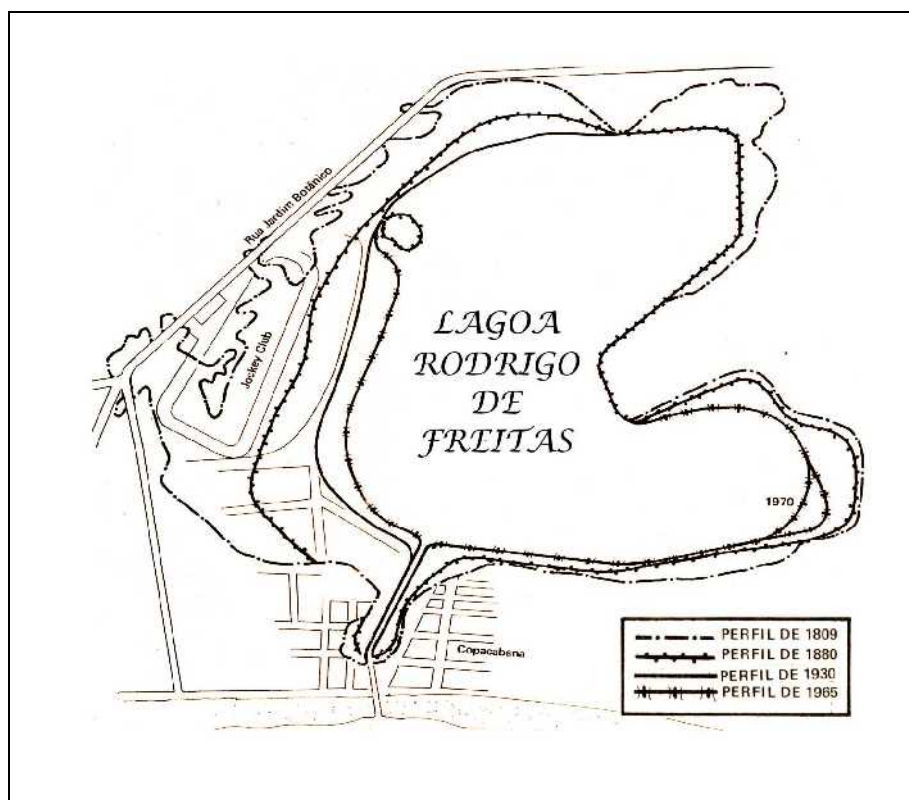


Figura 12. Delimitações das margens da Lagoa Rodrigo de Freitas (Silva, O Jornal, 1 maio 1973).

A **Tabela 1**, apresentada a seguir, consigna as alterações físicas dos diversos ecossistemas da Baía de Guanabara decorrentes das ações antrópicas.

Tabela 1. Alterações dos ecossistemas da Baía de Guanabara provocadas por ações antrópicas.

Alterações de Superfícies	1500		1996		Perdas 1500/1996	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
1. Superfície da Bacia Contribuinte à Baía de Guanabara						
1.1. Incluindo a Baía de Guanabara	4.566	100	4.566	100	0	0
1.2. Sem incluir a Baía de Guanabara	4.017	87,97	4.104	89,88	(+87)	(+2,16)
2. Superfície da Baía de Guanabara						
2.1. Considerando a Baía de Guanabara até o marco das ilhas Pai, Mãe e Menina e a Ponta do Arpoador, sem inclusão das ilhas	468	10,24	373	8,16	95	20,29
3. Superfície ocupada pelas ilhas	40	0,87	52	1,13	(+12)	(+30,01)
4. Superfície ocupada pelos manguezais	257	5,62	80	1,75	177	68,87
5. Superfície ocupada pelos brejos, alagados e pântanos	235	5,14	75	1,64	161	68,51
6. Superfície ocupada pelas restingas, dunas e terraços marinhos	132	2,89	28	0,61	104	78,78
7. Superfície ocupada pelas várzeas e canais fluviais	43	0,94	8	0,17	35	81,39
8. Superfície ocupada pelos costões, pontões rochosos e falésias	4	0,08	3	0,07	1	25,01
9. Superfície ocupada pela mata atlântica	3.375	73,91	1.265	27,71	2.110	62,51
10. Superfície ocupada pelas lagoas	12	0,26	3	0,06	9	25,01
Alterações de Unidades	Un.	%	Un.	%	Un.	%
11. Número de lagoas	39	100	2	5,12	37	94,98
12. Número de ilhas (excluídas lajes (28), pedras (27), coroas (3), calhaus (2) e parcéis (1))	127	100	65	51,18	62	48,82
13. Número de ilhas (incluídas lajes (28), pedras (27), coroas (3), calhaus (2) e parcéis (1))	188	100	127	67,55	61	32,45
14. Número de enseadas, sacos e gamboas	24	100	9	37,44	15	62,51
15. Número de canais fluviais naturais	50	100	4	8,01	46	92,01
16. Número de praias naturais	118	100	8	6,77	62	93,23

Fonte: Amador, 1997.

As **Figuras 13a, 13b e 13c**, apresentadas abaixo, ilustram a evolução urbanística em algumas áreas da Cidade do Rio de Janeiro.

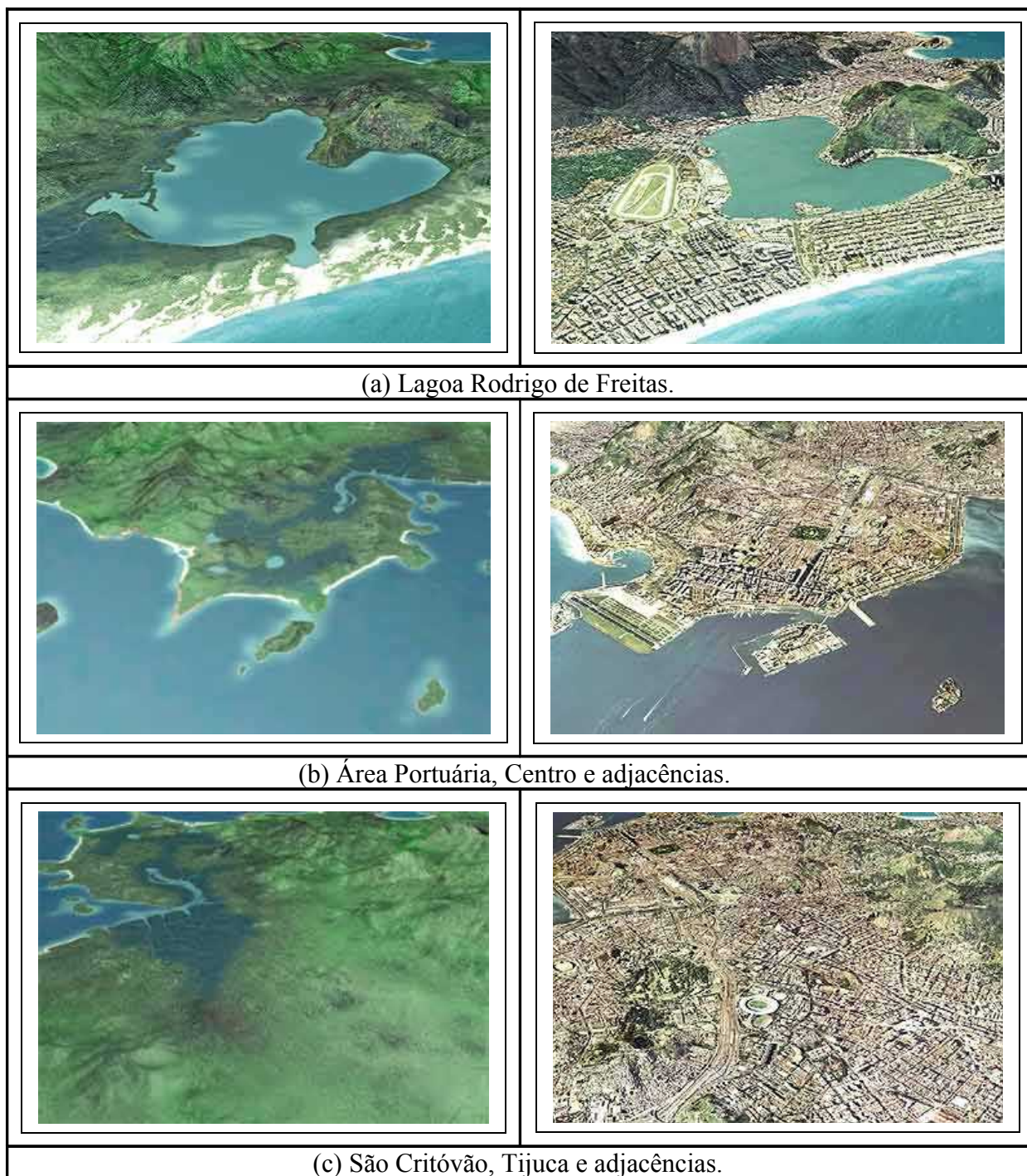


Figura 13. Evolução urbanística na Cidade do Rio de Janeiro (1505-2002) (Imagens do cd-rom “RIO 500 ANOS”. IPP, 2002).

5.2.2. Práticas Individuais para o Esgoto Doméstico

No processo de formação das cidades, os habitantes estabelecem o modo de vida sedentário, onde a casa passa a ser o espaço do saneamento individual. As habitações do período colonial e imperial eram precárias, desde as moradias mais simples até a casa-grande, apesar de sua robustez (Mello e Souza, 1997). Segundo Telles (1984), existiam grandes diferenças entre as cidades fundadas por espanhóis e pelos portugueses. Enquanto os primeiros possuíam regras rígidas para o planejamento e construção das cidades, os últimos não tinham normas a respeito, e, como observa Afonso Arino, ainda eram homens da Idade Média no que se refere a urbanismo. A evolução urbana é acompanhada pelos hábitos e costumes da época. A construção das casas com seus cômodos situados ao fundo, bem escondidos dos olhares de todos, refletia este fato. Inicialmente as casas impunham-se sobre as ruas sem alinhamentos e planos que recebiam os expurgos das residências.

No Brasil, nos séculos XVI, XVII e meados do XVIII, a presença do poder público nas questões de esgotamento sanitário limitou-se a tentativas malfadadas de normalizações e controle das práticas individuais de afastamento dos resíduos gerados. Inicialmente, a coleta e transporte dos dejetos humanos eram feitos de forma *estática*, por carregadores braçais. O transporte do esgoto doméstico se deu utilizando-se inicialmente as águas pluviais e posteriormente a água do abastecimento das residências.

As Valas

Em nosso país, assim como no resto do mundo, as primeiras ações de esgotamento, foram destinadas ao escoamento das águas pluviais. A construção de diversas valas, utilizadas para o dessecamento das áreas de alagadiços e consideravelmente ampliadas com as chuvas, propiciava o descarte de dejetos e lixo, resultando em um péssimo quadro epidemiológico, com focos permanentes de doenças, vetores e mau cheiro, piorando as condições de insalubridade da população. No século XVII, com o aumento populacional na urbe carioca, disseminaram-se as “valas negras”, assim chamadas as valas contaminadas por dejetos humanos e de animais. Eram em grande parte estabelecidas pelo alargamento de pequenos córregos já existentes, geralmente sem revestimento. Outras eram muradas e calçadas, mas mesmo assim comumente transbordavam alagando vias públicas e invadindo moradias. Eram também encontradas em fossas negras inadequadas e nos arrabaldes de sumidouros, sendo condenadas pelos médicos higienistas. A **Figura 14**, apresentada na página seguinte, representa o traçado das principais valas existentes no centro da cidade em meados do século XIX, de acordo com Alcântara (1952), Gomes (2001) e Silva (2002).

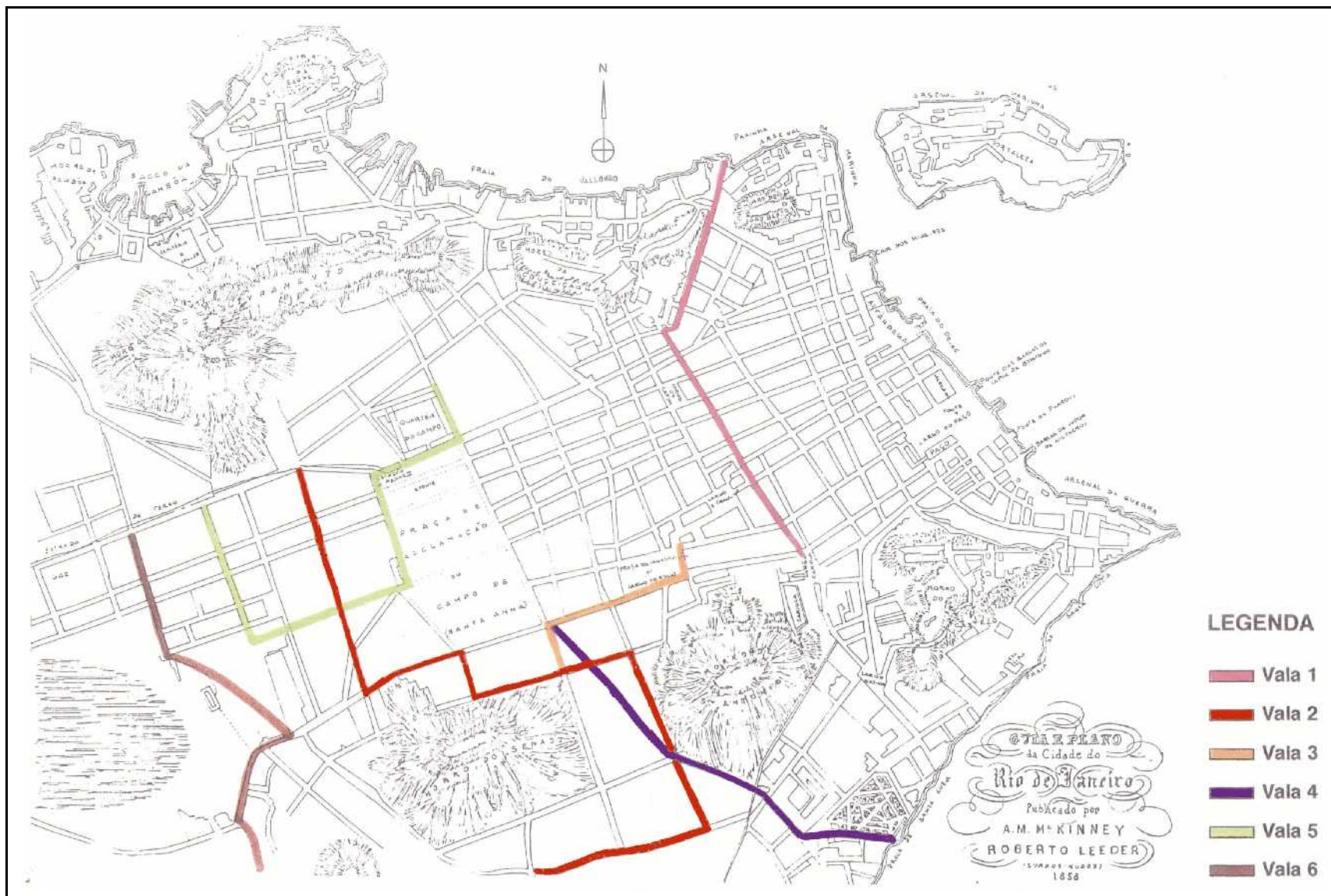


Figura 14. Principais valas do centro da cidade em meados do séc. XIX (Gomes, 2001).

A mais importante delas (Vala 1, Figura 14), cujo traçado deu origem às ruas Uruguaiana e do Acre, era a *Valla*, popularmente conhecida como a “grande vala das imundícies” e por sua importância histórica merece maior destaque, posteriormente apresentado.

Partindo da rua Matacavalos (atual Riachuelo), outra vala importante seguia pelas ruas do Lavradio e Inválidos (Vala 2, Figura 14). Contornando o Morro do Senado, seguia pelas ruas Nova do Conde (atual Frei Caneca) e Formosa (atual General Caldwell) até a Lagoa da Sentinela. Com o aterramento da lagoa, seu trajeto continuou pelas ruas do Areal (atual Moncorvo Filho) e Rua das Flores (atual Rua Santana), desaguando, finalmente, no Mangue da Cidade Nova, onde depois foi aberto o atual Canal do Mangue.

Nascendo num pântano, onde hoje está a Igreja do Sacramento, outra vala (Vala 3, Figura 14) passava pelo Largo do Rossio (atual Praça Tiradentes), cruzava as ruas do Lavradio e dos Inválidos e, seguindo ao lado da Matriz de Santo Antônio, estendia-se pelos fundos de terrenos da rua do Senado, até lançar-se na vala anterior, supracitada (Vala 2).

Outra vala partia da Rua dos Inválidos (Vala 4, Figura 14), seguindo paralelamente à rua dos Arcos e entre esta e a rua do Riachuelo, atravessando os terrenos existentes entre elas. Passava junto ao Aqueduto da Carioca e atravessando os terrenos das casas da rua Visconde de Maranguape e Dr. Joaquim Silva, cruzava o Beco do Império (atual rua Teotônio Regadas) e o Largo da Lapa, até desaguar no Boqueirão do Passeio.

Um braço da vala anterior (Vala 4), contornava o sopé do Morro de Santo Antônio, alcançando o local do antigo Teatro Recreio, onde recebia águas de uma nascente.

Também importante era a que começava na rua de São Lourenço (atual rua Visconde da Gávea), perto da Chácara dos Cajueiros, passando pelo Campo de Santana, junto à Estrada de Ferro Central do Brasil, seguindo pela rua Diogo (atual rua General Pedra), rua Santa Rosa (atual rua Marquês de Pombal), até desaguar no Mangue da Cidade Nova (Vala 5, Figura 14).

Por fim, temos a formada no leito do antigo rio do Catumbi (do Iguassú ou dos Coqueiros) e que recebia águas das encostas dos morros de Santa Teresa e de Paula Matos (Vala 6, Figura 14). Seguia pela rua dos Coqueiros, acompanhando a frente do cemitério, atravessava as ruas do Chichorro e do Catumbi, rua Conde d’Eu (rua Frei Caneca) e rua Visconde de Sapucaí (antiga rua Bom Jardim), até desaguar no Mangue da Cidade Nova. Essa vala produzia grandes inundações nas áreas de ambas as margens de seu trecho terminal, que tinha pouca declividade e cotas muito baixas.

Rua Uruguaiana, outrora rua da *Valla*

A Lagoa de Santo Antônio foi palco das primeiras intervenções, ainda que rudimentares, ligadas ao saneamento que se têm registro no Rio de Janeiro. Sua área, correspondente ao atual Largo da Carioca e adjacências da Cinelândia, se estendia até onde está localizado agora o Teatro Municipal. Esta lagoa, de regime permanente, fazia parte do complexo lagunar que primitivamente ocupava grandes várzeas do Rio de Janeiro. Um pequeno trecho seco de terreno, conhecido como Caminho do Desterro (rua Evaristo da Veiga), a separava de outra lagoa denominada Boqueirão, que seria futuramente aterrada pelo vice-rei Luis Vasconcelos, dando origem ao Passeio Público (Coaracy, 1965).

A Lagoa de Santo Antônio era extensa, profunda, navegável e de águas límpidas, a preferida pelos índios para atividades de pesca e banho, até ter sido instalado em uma de suas margens, em 1610, um matadouro e seu correlato curtume, cujos resíduos eram descartados em suas águas que, além disso, eram utilizadas para dessedentação do gado criado nas redondezas. Mediante sucessivas reclamações da congregação ali instalada, uma vez que as águas poluídas provocavam mau cheiro e proliferação de mosquitos, por determinação da Câmara foi aberta, em 1641, uma vala, provavelmente, segundo Coaracy (1965), aproveitando-se de um sangradouro natural que se comunicava com o mar, na antiga Prainha (Praça Mauá), localizada entre os morros de São Bento e Conceição. Nos períodos de cheias esta sanga escoava parte das águas que transbordavam das antigas lagoas. A *Valla*, confeccionada em pedra e cal, era um fosso aberto que tinha como objetivo drenar as águas estagnadas da lagoa e dessecá-la, entretanto, se mostrou insuficiente e a Câmara em 1646 instalou um conduto de pedra e cal com 0,66m altura por 0,88m de largura (Silva, 2002). O traçado por onde passava este desvio (“*by pass*”) deu nome à rua do Cano (atual 7 de Setembro).

Logo a população, gradualmente alojada em suas margens, passou a utilizar-se dela como um canal de esgoto, lançando os dejetos e lixos a céu aberto. Isso acarretava freqüente obstrução, o que obrigava a realização de sucessivas intervenções de limpeza (Coaracy, 1965). A Lagoa de Santo Antônio foi aterrada entre 1769-1779, dando origem ao atual Largo da Carioca. A crescente ocupação da trajetória estabelecida pelo valo daria origem à rua da *Valla* (rua Uruguaiana) e do Aljube (rua do Acre). No séc XVIII, parte daquela foi coberta por lajes de pedra e posteriormente, em 1790, teve alguns trechos substituídos por abóbadas de alvenaria de pedra, obra interrompida por falta de recursos. A rua da *Valla* foi o limite da área urbana da cidade por mais de um século (até o início do século XVIII), tendo inclusive sido

construído ao longo de seu percurso um muro de defesa em consequência das invasões francesas (1710-1711), que logo se deteriorou.

Diversas leis e posturas, que iam desde multas, condenações de açoites até a prisão, foram implementadas no sentido de impedir o lançamento de excretas e lixos nas valas, para minimizar a gravidade do quadro sanitário e permitir o escoamento das águas pluviais superficiais. Entretanto, devido ao pouco efeito que surtiram, optou-se por aterros e canalizações cobertas.

Desde aquela época tentava-se acabar com as valas negras. Segundo Gomes (2001), o Código de Posturas da Ilustríssima Câmara Municipal de 1838, declarava:

Parágrafo 7º: É proibido tapar e fazer despejos nas vallas que servem de esgoto às águas na cidade e seu termo, assim como abrir buracos para o mesmo fim nas que estão cobertas com lagedos (...).

Julgava-se na época que os constantes surtos de doenças eram devidos aos gases fétidos que se desprendiam das valas, alagadiços, sumidouros e fossas negras, contaminando quem passasse por perto. Segundo as concepções médicas dominantes esses focos contaminavam o ar com seus pútridos miasmas, propiciando uma infinidade de moléstias (Benchimol, 1990).

Frei José da Costa Azevedo, em 1846, comentando a Vala de Santo Antonio, diz na *Memória Philosophica e Pathologica* (Barreto, 1889 apud Silva, 2002) sobre o clima do Rio de Janeiro, que:

Esta Vala era antigamente descoberta e por isso não só recebia as enxurradas, mas também servia de cloaca pública, ficando de tal modo entupida de immundicies que jamais se enseccava com os maiores chuueiros, tanto pelo grande montão, como pela viscosidade de tal vasa e lodaçal, e assim se conserva esta fonte inexgotável de gazes maléficós.

A disposição de excretas nas vias de circulação remonta às cidades medievais e apesar da gradual implantação dos sistemas de esgotamento sanitário e pluvial, a presença dos esgotos lançados nas ruas e áreas públicas, evidenciada nas comunidades carentes, subúrbios e áreas periférica, persiste mesmo nos dias de hoje.

Os “Tigres”

Nos períodos colonial e imperial, os escravos desempenhavam papel estratégico na economia e abastecimento geral das cidades do país. Sua mão de obra era amplamente utilizada para obras e serviços públicos: construção de prédios do governo, docas, canais, pavimentação e limpeza de logradouros, aterros; transporte de cargas, pessoas, alimentos e

águas. Também eram obrigados a realizar a deplorável função de transportar os dejetos humanos, o serviço de carregamento mais comum e de status mais baixo (Karasch, 2000).

Os dejetos humanos eram recolhidos das residências, normalmente à noite, por escravos (em minoria por negros e brancos pobres não-escravos, além de prisioneiros) em barris especiais, denominados popularmente “tigres”, “cubos” ou “soturnos”. A alcunha de tigre também era utilizada para identificar os escravos obrigados a desempenhar tal atividade, inclusive como castigo. A **Figura 15**, a seguir, apresenta as características do tigre na famosa gravura de Jean Baptist Debret.



Figura 15. O “Tigre” de Debret (Novais, Mello & Souza, 1997).

Os barris, localizados nos fundos das residências, depois de cheios ficavam à espera de serem recolhidos, conforme assinala Gilberto Freyre (2001) em *Casa Grande & Senzala*:

Ao escravo negro se obrigou aos trabalhos mais imundos na higiene doméstica e pública dos tempos coloniais. Um deles, o de carregar à cabeça, das casas para as praias, os barris de excremento vulgarmente conhecidos por tigre. Barris que nas casas-grandes das cidades ficavam longos dias dentro de casas, debaixo da escada ou num outro recanto acumulando matéria. Quando o negro os levava é que já não comportavam mais nada. Iam estourando de cheios. De cheios e de podres (...).

Segundo Silva (2002) no relatório da Junta Central de Higiene Pública ainda em 16/03/1869, o Barão de Lavradio descreve a guarda dos barris nos prédios, do seguinte modo:

Em todas as habitações do interior da cidade eram ellas (as matérias fecaes) acumuladas em barris que se depositavam ou nos fundos dos quintais, em telheiro adequado a esse fim, ou em uma pequena divisão próxima às cozinhas, nas casas em que não havia quintal, ou em algum quarto das

lojas, preparado para esse mister; escolhendo-se de preferência o vão de alguma escada.

A contaminação dos carregadores era constante e a preocupação da população em geral também. As palavras de José Pereira Rego, o Barão do Lavradio, em 1869 (Farinha Filho, 1875 apud Gomes, 2001), ilustram o temor da população, mesmo após o início da implantação do sistema coletivo na região central:

Quem vio esses batalhões de carregadores atravessando a passo acelerado por certas ruas (...), composto em sua maior parte de escravos ou pretos libertos, já velhos, estropeados e bebados, que encontravão neste trabalho um meio mais lucrativo do que em outros, alguns dos quaes parecia a cada momento precipitar-se com a carga pesada que comduzião, atropelando a todos que passavão (...) não pode ainda hoje deixar de estremecer à lembrança dos sustos por que passou de ser assaltado por um tigre.

As casas em sua maior parte, simples e pobres, normalmente possuíam apenas um ou dois cômodos. Eram uns espaços provisórios e transitórios, onde as atividades básicas eram voltadas para a produção (Rezende & Heller, 2002). A inexistência de redes coletoras de esgotos e de água encanada justificara até então a ausência do banheiro: um cômodo na casa reservado para higiene pessoal. Os banhos, a higiene matinal e a satisfação das necessidades fisiológicas eram normalmente realizados nos próprios quartos de dormir, através de bacias, tinas com água e penicos, respectivamente (Gomes, 2001). As atividades ligadas à limpeza das roupas e louças eram efetuadas nas áreas de serviço, situadas no lado externo da casa, ou mesmo na beira de rios, preservando-se o ambiente interno (Mello e Souza, 1997).

Entretanto, nem todos dispunham de escravos ou tinham condições de pagar alguém pelo serviço. A maioria da população descarregava os dejetos em áreas próximas às residências, expondo-se às doenças.

No âmbito público, as excretas eram despejadas em praias e lugares ermos, alguns previamente definidos, valas, rios ou até mesmo clandestinamente em lugares proibidos, como os logradouros.

Em meados do século XVIII, os despejos sanitários transportados pelos tigres eram lançados, na área antes deserta e distante do atual Campo de Santana. Grandes fossos ou valas mandadas abrir pela Câmara para este fim, transformaram o local em uma imensa e perigosa “cloaca”, que só veio a ser extinta por ordem do vice-rei Conde de Resende, providenciando o aterro de toda a área contaminada (Coaracy, 1965).

O espaço central do Largo do Rossio (localizado entre o Campo de Santana e a rua da *Valla*), mais próximo às habitações, era clandestinamente utilizado também para despejo de lixo e dejetos, fato que gerava constantes protestos de moradores e comerciantes.

O lançamento clandestino e seus efeitos na salubridade eram amplamente criticados conforme representava a charge de 1867, **Figura 16**, apresentada na página seguinte.

Nas vias públicas que não dispunham de canalizações, era permitido, de acordo com as posturas municipais da época, o lançamento, precedido pelo grito: “Lá vai água!”, das águas de lavagem (banho, cozinha e lavanderia) provenientes das residências (Silva, 2002).



Figura 16. Charge: as imundices das ruas no Rio de Janeiro (O Alerquim, 1867).

Isso agravava a condição sanitária dos logradouros, estreitos, tortuosos, de baixa declividade e difícil conservação, alguns com cotas abaixo do nível médio de maré, o poder público mostrava preocupação em relação ao despejo aleatório dos dejetos e tentava encontrar soluções (Gomes, 2001). Como exemplo, temos a proposta dos vereadores, que sugeria, em 1832, a construção de:

“pontes de madeira seguras, do extremo das quaes se possão lançar ao Mar todos os despejos da Cidade; com proibição de se lançarem em nenhum outro lugar, nem sobre as mesmas pontes, que devem estar sempre limpas”

Pontes foram construídas em locais como a praia do Peixe, praia de D. Manuel -situadas entre o Calabouço e o Arsenal de Marinha - e na Prainha (Silva, 2002). No entanto,

mesmo em locais onde havia pontes, as próprias praias eram alvos constantes de despejos e de críticas, conforme representado na charge da **Figura 17**, a seguir.

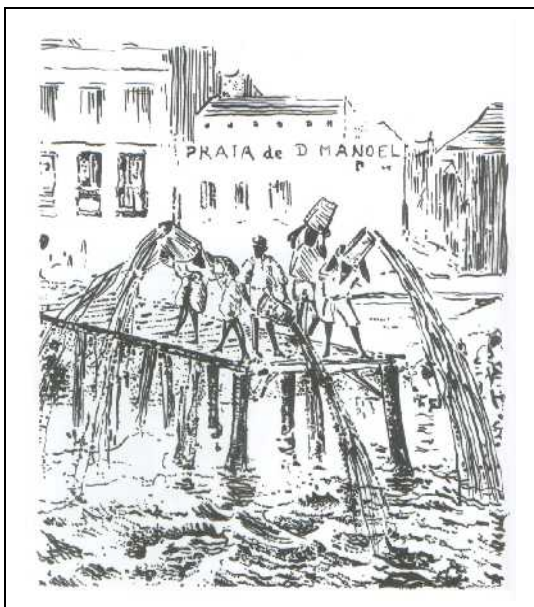


Figura 17. Charge: o lançamento de dejetos nas praias da cidade (Semana Ilustrada, nº 5, janeiro de 1861, p. 36, Biblioteca Nacional).

As ações visando melhorar as condições sanitárias tinham pouco efeito e as normalizações tentando definir locais para o lançamento dos dejetos e resíduos sólidos não eram respeitadas. Os poucos conhecimentos sanitários e científicos da época, associados à relação escravista de classe, incidiam sobre os níveis elementares de higiene.

Em meados de 1840, companhias privadas proprietárias de barris, tentaram organizar a coleta e o transporte dos dejetos humanos, por meio de carroças apropriadas, de onde eram transferidos para barcaças, para terem seu conteúdo despejado no meio da Baía de Guanabara, longe das praias. Tal solução não vingou e posteriormente, mesmo com implantação da rede pública de esgoto, a prática primitiva dos “tigres” ainda foi utilizada por um longo período, até a efetivação do sistema de esgotamento sanitário e o fim da escravidão.

A indisponibilidade da água era um fator agravante à insalubridade da cidade. O difícil acesso às poucas fontes, cursos d’água, chafarizes e alguns poucos poços e cisternas trazia grandes dificuldades ao seu transporte, dificultando a limpeza doméstica e a higiene pessoal. A água era escassa para todos os usos, tanto de limpeza como dessedentação.

Os serviços de saneamento dos portos foram organizados sob responsabilidade do município, em 1829, com a *Inspeção dos Portos*. Após sofrer diversas alterações, voltou à alçada do governo imperial (Rezende & Heller, 2002). Com o surto epidêmico de 1849, foi

criada no mesmo ano a *Comissão Central de Saúde Pública* (Costa, 1994), seguida em 1850 pela *Comissão de Engenheiros*, a fim de realizar obras para melhorar as condições da cidade; e pela *Junta Central de Higiene Pública*, composta por médicos objetivando dar combate às epidemias (Telles, 1984). A partir deste momento, todas as iniciativas governamentais em relação ao urbano deveriam inicialmente ser aprovadas pela Junta, que passou a interferir na vida privada dos cidadãos, através do combate a hábitos e costumes considerados anti-higiênicos (Gomes, 2001 apud Abreu, 1996). Estas comissões passaram a levantar os problemas sanitários, restringindo suas ações à capital do Império (Costa, 1994).

Segundo Silva (2002), nos relatórios dos anos de 1853, 1855 e 1856, o médico Francisco de Paula Cândido, primeiro presidente da Junta, apresentou as seguintes causas da insalubridade:

Os focos e mananciaes de onde provêm os miasmas que pullulam no ar desta cidade são principalmente os seguintes: os despejos das immundicies, unidos aos esgotos, despejos orgânicos e a humidade; os rios que trajectam pela cidade carregados de immundicies; o matadouro; o lixo das ruas e das praias; os cemitérios; as fábricas e estabelecimentos industriaes; a humidade tão nociva como os miasmas, a qual provem da falta do escoamento para ás águas pluviaes e para serventia domestica, da construcção e collocação das casas; e como a umidade é a primeira condição de formação de miasmas, esta causa reforça as primeiras.

Pelo exposto, verifica-se que o processo de degradação ambiental dos cursos d'água já se apresentava na cidade, desde tempos remotos. A proposta apresentada por Paula Cândido para reverter esta condição era dotar a cidade de um sistema de esgoto, do tipo separador, com esgotamento sanitário independente do esgotamento pluvial (Silva, 2002). A convicção de

que só rede de esgotos poderia realmente sanear a cidade foi se afirmando entre os médicos e a figuras de maior projeção no parlamento.

5.3. Sistemas Coletivos de Esgotos

5.3.1. Influência Inglesa

A Inglaterra, por ter sido pioneira no desenvolvimento do capitalismo e berço da Revolução Industrial²² iniciada em meados do século XVIII, sofreu, graças à ampliação da escala de produção, profundas transformações nas cidades e no campo, com vertiginosos crescimento e concentração populacionais e conseqüente intensificação do processo de degradação ambiental. O reflexo sobre a saúde pública foi devastador. Diversos surtos epidêmicos e aumento da morbi-mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias passaram a representar um entrave ao sistema de produção. O flagelo do cólera, em 1826, configurou-se como pandemia em toda a Europa. Em 1831, a epidemia resultou em 50.000 vítimas fatais. Só na Inglaterra morreram 25.000 pessoas (Metcalf & Eddy, 1977 apud Nuvolari, 2003).

A solução necessária foi o investimento maciço no desenvolvimento de políticas públicas, ciências e técnicas de saneamento.

No estado português não se estabeleceu com prioridade o desenvolvimento industrial, a cidade era um espaço de administração e mercantilização do que se produzia no campo e nas colônias, mas não era o eixo motor da economia. Tal relação com o mercado externo, intensificada pelas conspirações internas e conflitos com outras nações, como França e Holanda, colocava Portugal na órbita da Inglaterra. A dependência de Portugal a Inglaterra ficou tão grave que o Tratado de Comércio de 1810, que regulava o comércio nos portos brasileiros, cobrava tarifa alfandegária de 15% dos produtos ingleses que aqui entravam contra os 16% cobrados aos portugueses, até 1816 (Aquino, 2001).

A disseminação do transporte hidrodinâmico dos dejetos através de tubulações se deu com a gradual distribuição de água encanada para as residências e com a utilização da bacia sanitária com descarga hídrica, patenteada em 1775 pelo inventor e construtor inglês Joseph Bramah (1748-1814) (Azevedo Netto, 1959; 1984). Sobrinho & Tsutiya (1999) afirmam, diferentemente, que a privada hídrica foi inventada em 1595, por Sir John Harington, ressaltando que foi seu uso generalizado que demorou bastante tempo a ocorrer²³.

²² A Revolução Industrial pode ser demarcada em três períodos: De 1760 a 1830, durante o qual os processos de transformações se ativeram praticamente à Inglaterra, surgindo neste período as máquinas a vapor. De 1830 até 1900, a revolução difundiu-se pela Europa e América, vieram novas formas de energia como a hidrelétrica e novos combustíveis, como a gasolina. De 1900 em diante, várias inovações surgiram: energia atômica, meios de comunicação, produção industrial em massa, caracterizando o terceiro estágio da Revolução Industrial.

²³ Vale observar que o primeiro banheiro com bacia sanitária da Casa Branca, residência oficial do presidente dos Estados Unidos da América foi instalado em 1851, 51 anos após sua inauguração (Azevedo Netto, 1984).

No mesmo ano de 1775, coube ao engenheiro francês Antoine Chézy (1718-1798) estabelecer sua fórmula de dimensionamento hidráulico, adaptada em 1890 pelo engenheiro irlandês Robert Manning (1816-1897) e amplamente utilizada nos dias de hoje para dimensionamento das redes de esgotos.

Os esgotos domésticos de Londres começaram a ser lançados em redes coletoras em 1815. Em 1822 foi feito o primeiro levantamento das condições sanitárias do rio Tâmis. Em 1830, a aplicação de compostos de cloro começou a ser utilizada para oxidação da matéria orgânica da água.

Em seu famoso relatório “*The Sanitary Conditions of the Labourin Population of Great Britain*”, de 1842, o engenheiro inglês Edwin Chadwick (1800-1890) destaca a importância da purificação da água. Seus estudos sobre doenças na classe trabalhadora inglesa demonstraram a relação entre pobreza e insalubridade e tornaram-se modelo para outros sanitaristas em várias nações. Segundo Silva (2000), em decorrência de seus trabalhos, a saúde pública e o saneamento passaram a ser tratados como uma vertente técnica. Chadwick afirmava que medidas preventivas, como drenagem e limpeza das casas através de um suprimento de água e de esgotamento, paralelas à limpeza de todos os refugos nocivos das cidades, eram operações que deveriam ser resolvidas com recursos da engenharia civil e não do serviço médico (Medeiros Filho, 2003), com o Estado intervindo no meio urbano (Silva, 2000). A partir deste relatório, foi criado na Inglaterra o Conselho Geral de Saúde, que passou a se encarregar das questões sanitárias. Não obstante, as desapropriações demandadas pela execução de obras de saneamento desencadearam resistência de proprietários de terra e imóveis, acarretando seu fechamento (Rezende & Heller, 2002).

Em 1847, tornou-se compulsório o lançamento de todas as águas residuárias das habitações nas galerias públicas de Londres, proibindo-se ao mesmo tempo o emprego de fossas negras (Azevedo Netto, 1959). A Inglaterra foi pioneira também na promulgação das primeiras leis de saneamento e saúde pública em 1848, com a promulgação do “*Great Public Health Act*”: Saneamento com bases científicas. No mesmo ano foi criada a Comissão Metropolitana de Londres.

Nascido em York, na Inglaterra, o médico John Snow (1813-1858) estabeleceu em 1854 um marco no estudo da epidemiologia, provando cientificamente a relação entre certas doenças, dentre elas o cólera, e a contaminação da água pelas fezes, deduzindo ser um organismo vivo o causador da doença. O estudo da microbiologia e seu notável incremento no fim do século XIX trouxeram o fundamento de que carecia o tratamento das águas residuárias. Em seguida, em 1857, foi criado o *Conselho de Proteção das Águas do Rio Tâmis*. Com o processo contínuo de degradação deste rio devido ao lançamento de esgotos “*in natura*”, em

1876 foi promulgada a primeira lei proibindo o lançamento dos efluentes cloacais sem tratamento nas galerias e nos rios (Azevedo Netto, 1959).

O primeiro sistema de esgotamento (pluvial e doméstico) que obedeceu a princípios técnicos modernos, alguns ainda vigentes, foi construído em 1842, na cidade de Hamburgo, Alemanha. Projetado pelo engenheiro Lindley, de origem inglesa, após a destruição parcial da cidade por um incêndio, levava em conta as condições topográficas locais (Metcalf & Eddy, 1972).

A chegada dos ingleses após a “Abertura dos Portos” contribuiu grandemente para iniciar uma mudança na mentalidade da sociedade brasileira no que tange à visão do trabalho enquanto atividade depreciativa e servil. Os ingleses, ricos e com situação privilegiada no Brasil daqueles tempos, eram essencialmente práticos e progressistas, valorizando as profissões técnicas a que muitos deles se dedicavam (Freyre, 1948 apud Telles, 1984).

Como em outras áreas, o saneamento no Brasil sofreu com as tendências e interesses ditados pelos países desenvolvidos. Os investimentos estrangeiros eram aplicados nos setores de serviços básicos (incluindo-se os sistemas de esgotos), ferrovias, companhias de gás, telégrafos e telefones, transporte urbano, companhias de navegação, obras públicas, serviços particulares, bancos, companhias de crédito e financiamento, de mineração e de seguros (Castro, 1979 apud Gomes, 2001).

Os países exportadores de capital tinham grandes vantagens em investir fora de seus limites nacionais, principalmente a Inglaterra, por sua posição privilegiada no quadro internacional da época. Um dos benefícios era a exportação de materiais de construção e tecnologia, em que foi isenta de impostos por longos períodos. No caso dos sistemas de esgotos: tubulações em ferro fundido, manilha de barro vidrado, latrinas, caixas de lavagem, caldeiras, bombas e equipamentos elétricos e mecânicos; além de animais para remoção de aterros ou condução de materiais, carvão de pedra e agentes ou meios químicos para desinfecção (Gomes, 2001; Silva, 2002).

Não é de se estranhar, pelo exposto, que a empresa e tecnologia inglesa tenham atuado por noventa anos no Rio de Janeiro e nas principais capitais do país, tais como: Santos, Recife, Porto Alegre, Belém, São Luiz, Fortaleza (Rezende & Heller, 2002).

Do total de capital externo investido no Brasil, no período de 1860-1875, 94% era oriundo da Inglaterra (Castro, 1979 apud Gomes, 2001).

Foi também significativa durante o séc. XIX, até cerca de 1950, a influência francesa na engenharia e arquitetura brasileira, assim como na cultura de uma maneira geral (Telles, 1984).

A engenharia sanitária viria posteriormente sofrer forte influência norte-americana decorrente inicialmente do auxílio técnico e financeiro e posteriormente, com maior intensidade, da hegemonia dos EUA sobre a política nacional. Através da Fundação Rockefeller, em 1918, em São Paulo, passando pela criação do Serviço Especial de Saúde Pública²⁴ (SESP) em 1942, no Rio de Janeiro (Rezende & Heller, 2002).

A partir da década de 1950 com a entrada maciça de capital estrangeiro e, posteriormente, na década de 60, apoiou o desenvolvimento do Instituto de Engenharia Sanitária (IES) da Superintendência de Urbanização e Saneamento (SURSAN), órgão especial subordinado ao Ministério da Educação e Saúde, transformado em fundação a partir de 1960, que exerceu forte influência na matriz tecnológica da engenharia sanitária nacional.

Vale ressaltar que as influências inglesa, francesa e norte-americana não impediram que se firmassem no país, por esforços e interesses próprios, um conjunto de normas, diretrizes e realizações que permitiram o desenvolvimento da engenharia nacional com a formulação de soluções convenientes e mais adequadas para nosso meio.

5.3.2. Pioneirismo em Nível Mundial

A urbe carioca passava por profundas transformações em que as emergentes relações capitalistas de produção orientavam novos processos econômicos, sociais e ideológicos, entrando em contradição com a cidade escravista e colonial.

A implantação, em 1862, dos sistemas coletivos de esgotos na cidade do Rio de Janeiro promoveu uma reestruturação do espaço urbano, em sítios já densamente edificados.

Neste período, conforme apresentado no item # 5.1, havia no mundo a associação da filosofia higienista com as inovações tecnológicas (desenvolvimento da hidráulica de condutos e canais), as descobertas microbiológicas e, posteriormente, às reformas urbanísticas.

O Rio de Janeiro foi por três séculos o centro político, administrativo, econômico, financeiro e artístico do país, sendo na atualidade a segunda maior cidade brasileira, com o segundo maior parque industrial. A cidade exerceu papel pioneiro e destacado no desenvolvimento de projetos e aplicações de tecnologias desde o início da implantação dos primeiros sistemas de saneamento. A cidade foi capital do Estado Nacional de 1763 até 1960, variando de status conforme o **Quadro 4**, apresentado abaixo:

²⁴ Os Estados Unidos, através do SESP, apoiou a criação do primeiro curso de pós-graduação em Engenharia Sanitária do Brasil, segundo do mundo (o primeiro foi criado nos EUA) implementado na Faculdade de Higiene e Saúde Pública de São Paulo em 1949.

Quadro 4. Evolução política da Cidade do Rio de Janeiro.

Período	Condição
1565 a 1763	Cidade do litoral sudeste do Brasil.
1763 a 1808	Capital da Colônia e sede do Vice-Reino do Brasil.
1808 a 1821	Capital da Colônia e sede do Reino Unido de Portugal, Brasil e Algarves.
1822 a 1831	Capital do Primeiro Reinado.
1831 a 1840	Sede da Regência. Em 1834 surge o Município da Corte ou Neutro.
1840 a 1889	Capital do Segundo Reinado.
1889 a 1960	Capital da República. Em 1891 transformou-se em Distrito Federal.
1960 a 1975	Capital do Estado da Guanabara.
1975 em curso	Capital do novo Estado do Rio de Janeiro. Transforma-se o Estado da Guanabara em município do Rio de Janeiro, com a fusão do antigo Estado do Rio de Janeiro com o Estado da Guanabara.

Obs.: 1. A delimitação do atual município do Rio de Janeiro obedece aos limites estabelecidos em 1834 quando se criou o Município da Corte, vulgarmente chamado de Neutro.²⁵
2. A lei complementar nº.20 de 1974 que unificou os Estados do Rio de Janeiro e da Guanabara, criou a Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Em meados do século XIX, as péssimas condições de salubridade das habitações, das condições de trabalho, os hábitos e costumes, agravados pelas precárias dificuldades de obtenção de água potável, pela complexidade da drenagem pluvial e pelo manuseio e destino final dos resíduos gerados, acometiam a cidade por uma sucessão de endemias e epidemias que vitimavam grandes parcelas de seus habitantes. Eram diversos focos, endêmicos e esporádicos, de cólera, febre amarela, varíola, tuberculose, peste bubônica, difteria, malária, tifo, lepra. (Gomes, 2001; Chalhoub, 1996; Telles, 1984).

Este quadro epidemiológico refletia-se de forma distinta nas classes sociais da época. As camadas mais abastadas tentavam fugir dos principais focos de doenças, localizados na área central próxima à região portuária, dirigindo-se às áreas mais altas e arejadas, como: Santa Tereza, Glória, São Cristóvão e fazendas situadas em pontos distantes. Durante o verão, as elites refugiavam-se na Região Serrana, principalmente em Petrópolis (Rezende & Heller, 2002). Neste aspecto, é relevante o fato de que, não somente as camadas populares estavam sujeitas a essas doenças. Os surtos epidêmicos punham em risco a própria sobrevivência das classes dominantes (Benchimol, 1990). Na Corte Imperial, dois filhos do imperador

²⁵ A área do município do Rio de Janeiro é de 1.255,3 Km², incluindo as ilhas e as águas continentais. Mede de leste a oeste 70 km e de norte a sul 44 km. O município atualmente está dividido em 32 regiões administrativas com 159 bairros. É delimitada entre a baía de Sepetiba a oeste e a baía de Guanabara a leste. Como limite norte os municípios de Itaguaí, Nova Iguaçu, São João de Meriti e Duque de Caxias.

faleceram, vítimas da febre amarela (Reis. In: Alencastro & Novais, 1997 apud Rezende & Heller, 2002). Os estrangeiros recém-chegados que não possuíam os anticorpos, longamente desenvolvidos pela população local, eram dizimados (Lessa, 2000).

As organizações sócio-espaciais e as condições de vida e saúde dos grupos sociais pobres, que representavam a grande maioria da população, eram degradantes. Suas vidas eram acompanhadas pelos flagelos de uma infinidade de doenças. Suas energias eram minguadas por esforços sobre-humanos, pela desnutrição e pela luta microbiológica travada em seus organismos, situação esta agravada na população de escravos e de operários, onde outras moléstias somavam-se às epidemias citadas anteriormente. Segundo Freyre (2001):

(...) diz-nos Jobim que, em 1835, anotou as seguintes moléstias, como predominando entre os operários e escravos domésticos do Rio de Janeiro: sífilis, hipertrofia do coração, reumatismo, bronquites, afecções das vias aéreas, pneumonias, pleurises, pericardites, irritações e inflamações encefálicas, tétano, hepatites, erisipelas, ordinariamente nos membros inferiores e nos escrotos e aí determinando hipertrofia e degenerescência fibrolardácea do tecido celular subcutâneo, extravasões nas diversas cavidades sonoras, raras vezes nas articulações e freqüentemente no abdômen, na pleura, no pericárdio, naserose testicular, nos ventrículos cerebrais determinando paralisia; e ainda tubérculos pulmonares, febres intermitentes, opilação. Os vermes e particularmente a taenia, e as ascarides lombricóides abundão muito, acrescenta Jobim.

No Rio, as dez principais causas de morte dos escravos eram tuberculose, disenteria, diarreia, gastroenterite, pneumonia, varíola, hidropisia, hepatite, malária e apoplexia. Doenças que quando não matavam, mutilavam, como o bicho-de-pé e dracúnculo, afetavam em larga medida os membros inferiores, infeccionando e ulcerando, causando aleijamento (Karasch, 2000).

Em 1850, intensificam-se as doenças, com intensos surtos de febre amarela, cólera e peste bubônica. As estimativas indicam que mais de um terço dos 266 mil habitantes do Rio contraíram febre amarela no verão de 1849-1850. O número oficial de vítimas fatais nesta primeira epidemia chegou a 4.160 pessoas, mas tudo indica que o total indicado foi consideravelmente subestimado (Chalhoub, 1996). A epidemia desta doença repetiu-se por muitos anos (Telles, 1984). Segundo o Barão do Lavradio, a cólera, doença que ceifou milhares de vidas por todo o mundo, vitimou fatalmente cerca de duzentas mil pessoas no Brasil, entre 1855 e 1867 (Silva, 2002).

A cidade, enquanto importante entreposto comercial, necessitava de medidas sanitárias urgentes, uma vez que a proliferação de pestes e doenças contagiosas propiciavam altos riscos de contaminação aos visitantes, gerando insegurança e implicando, portanto, que os navios

comerciais da época, temendo contaminação da tripulação, entrassem em quarentena ou retirassem seus portos de suas rotas marítimas ou, e, conseqüentemente, causando prejuízos constantes às nações mais pobres e dependentes do comércio internacional.

No Brasil, relacionavam-se nesta situação, notadamente, os portos do Rio de Janeiro e Santos. O Rio de Janeiro possuía o principal porto do país e o terceiro no continente americano em importância, depois de Nova York e Buenos Aires (Lessa, 2000). Era o centro das atividades mercantis e polarizava as trocas internacionais. A aceleração do crescimento da economia no país impulsionada pela produção de café e o surgimento de novos empreendimentos e relações capitalistas promoveram um ideário de modernização para o Rio de Janeiro incorporado às discussões no urbano. Suas primeiras efetivações ocorreram a partir da segunda metade do século XIX, tendo seu ápice na *Reforma Urbana* do início do século XX (Gomes, 2001).

O problema dos esgotos tornou-se o principal alvo da campanha movida pelos médicos higienistas e, logo, por toda a “opinião pública” ilustrada, em favor de melhoramentos que saneassem a capital do Império (Benchimol, 1990). Mesmo doenças que não tinham relação com a contaminação por esgoto sanitário, como a febre amarela²⁶, eram atribuídas na época às emissões miasmáticas provenientes das águas poluídas.

A situação se tornou grave e ameaçadora para a própria manutenção das relações de produção. Temendo os efeitos econômicos negativos e a desestabilização política e social, o imperador D. Pedro II (1825-1891), contratou os ingleses para elaborarem e implantarem o sistema de esgotamento no Rio de Janeiro.

Em nível mundial, o Rio de Janeiro foi uma das cidades pioneiras na implantação do sistema coletivo de esgotamento sanitário. Diferentemente do sistema de água que foi também disputado por uma companhia inglesa, estabeleceu-se como serviço de administração pública, embora a construção tenha sido entregue à empresa privada. A implantação e operação do sistema de esgoto couberam à empresa de capital privado inglês “*The Rio de Janeiro City Improvements Company Limited*”, conhecida popularmente pela abreviação “*City*”. Em 1864 era inaugurado na Glória um sistema de esgotamento sanitário completo, constituído por: rede de coletora de esgotos, elevatória (“*Casa de Machinas*”) e estação de tratamento (“*Casa de Química*”).

²⁶ Em 1900, médicos norte-americanos, em Havana tomando em consideração a antiga idéia de médico cubano Dr. Carlos Finday, conseguiram provar que o contágio de febre amarela urbana dá-se por meio da picada do mosquito *Aedes aegypti*, sendo necessário para a transmissão que o inseto tenha picado um doente no período em que o mesmo é infectado (Alcântara, 1953).

As **Figuras 18a** e **18b**, a seguir mostram os aspectos da enseada da Glória, onde se localiza a ETE, em dois momentos distintos na urbanização da cidade, 1904 e 1928, com detalhe da chaminé já demolida, das antigas bombas a vapor.

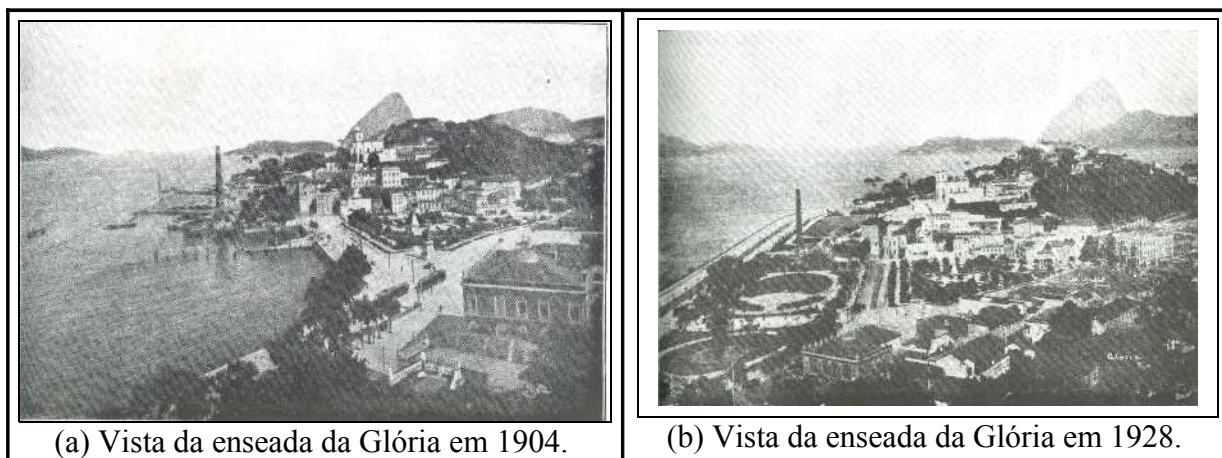


Figura 18. Localização da Estação de Tratamento de Esgoto da Glória (Revista da Directoria de Engenharia, 1932).

Nas **Figuras 19a**, **19b** e **19c** a seguir, são apresentados detalhes da elevatória de esgotos constituída por bombas a vapor de 1862, fabricadas pela firma inglesa *James Watt & Co.* e instaladas pela *City* no 3º distrito, da Glória, atual sede da Sociedade dos Engenheiros e Arquitetos do Estado do Rio de Janeiro (SEAERJ). Este precioso legado histórico de 141 anos encontra-se nos dias de hoje em ótimo estado de conservação.

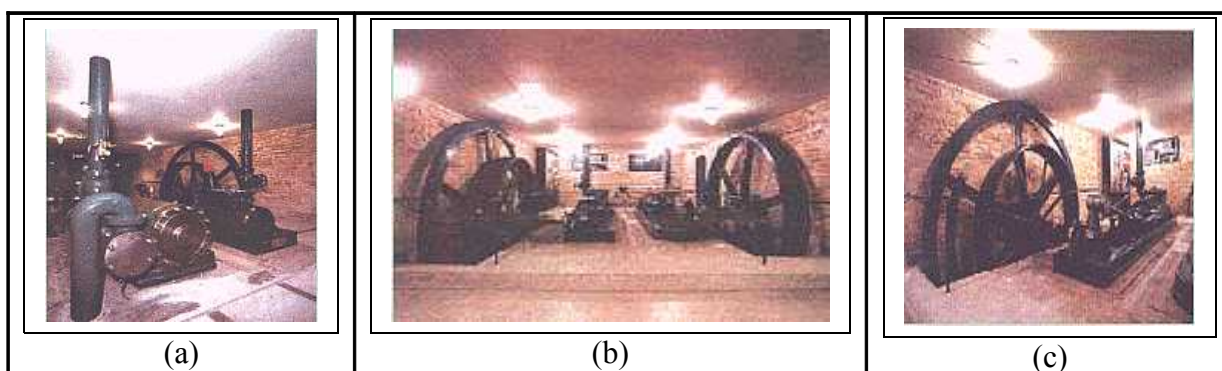


Figura 19. Bombas da elevatória da Glória fabricadas pela James Watt&Co (Revista da SEAERJ, 1985).

De acordo com registros históricos, o Rio de Janeiro foi uma das primeiras cidades do mundo a contratar uma companhia para implantar o moderno sistema domiciliar de esgotos. Para uns, foi a terceira depois de Londres e Paris. Para outros, apenas Hamburgo (1824) e as maiores cidades da Inglaterra precederam esta iniciativa (Benchimol, 1990). As diversas fontes bibliográficas se contradizem quanto à ordem deste pioneirismo.

Em seu endereço eletrônico oficial na internet, a CEDAE (2003) afirma que o Rio foi a segunda capital do mundo a implantar um “adequado” sistema de esgotamento sanitário. A

primeira teria sido Londres, em 1815. O sistema de Berlim surgiria em 1874, o de Buenos Aires em 1877, e o de Roma em 1879. Esta informação é ratificada por Silva (2002), que menciona a *City* em notícia sobre os esgotos da Cidade do Rio de Janeiro, no *Correio da Manhã* de 15/11/1940: “*a Segunda capital, em todo o mundo, depois de Londres, a ser dotada de tão grande beneficiamento (...)*”.

Telles (1984) e Rezende & Heller (2002) apontam o Rio como a quinta cidade do mundo a dispor de um sistema de esgoto sanitário. Na *Revista de Engenharia do Estado da Guanabara* (nº 1, jan-mar, 1965) afirma-se que, além de ser a quinta do mundo a ser dotada de rede de esgoto sanitário, foi a terceira a possuir uma estação de tratamento de esgotos. Para Costa (In: *Revista Municipal de Engenharia*, 1992) foi a terceira cidade do mundo e a primeira das Américas a contar com um sistema de esgotos sanitários.

Uma das divergências está em saber se o sistema de esgotamento francês foi anterior ao brasileiro. Entretanto, conforme descrito no item # 5.1., apesar de ter iniciada sua construção em 1824, só começou a receber fezes em 1880.

Brito (Obras, v.II, 1923), no artigo: *Como Melhorar o Sistema de Esgoto do Rio de Janeiro*, apresentado ao 1º Congresso Brasileiro de Higiene, afirma:

“À exceção de algumas cidades inglesas e de Hamburgo, nenhuma das capitais e outras cidades da Europa teve serviço de esgotos anteriormente a 1864. É, portanto, para louvar o que então se fez na cidade do Rio de Janeiro, adotando-se os melhores modelos conhecidos (...)”.

Este conflito de informações traduz a natural dificuldade em se delimitar a concepção prévia do sistema de esgotamento para a finalidade de transporte de esgoto doméstico e/ou pluvial, a implantação de diferentes componentes ou partes do sistema de esgotamento, bem como a dificuldade em se estabelecer “critérios modernos”, uma vez que os próprios estudos hidráulicos desses sistemas se deram a partir de formulações empíricas, semi-empíricas e teóricas.

5.3.3. Evolução dos Tipos de Sistemas de Esgotos

A evolução tecnológica para o transporte hidrodinâmico dos dejetos humanos em tubulações de esgoto sanitário foi posterior às primeiras ações de drenagem pluvial e implantação de galerias de águas pluviais. A necessidade de coletar e afastar as águas servidas e dejetos começou a ser mais sentida e reconhecida na medida em que aumentava o consumo de água por sua distribuição nas residências por tubulações e, principalmente, quando a água passou a ser utilizada para o afastamento das excretas, isto é, após a adoção generalizada da bacia sanitária provida de selo hídrico.

Os primeiros sistemas de esgotamento construídos nos países europeus eram constituídos por uma única rede, destinada a coletar o esgoto sanitário e o pluvial, denominado **sistema unitário**. Os autores são concordes em admitir ter sido Roma a primeira cidade a possuir um sistema de esgoto, embora concebido tão somente para secar uma área pantanosa. Posteriormente foram instalados condutos de barro para descarregar águas servidas e também águas pluviais. Esta galeria, denominada *Cloaca Máxima*, foi construída seis séculos antes da Era Cristã, com grandes blocos de pedra aparelhada, medindo 1m de altura por 2m de comprimento, assentados sem rejuntamento. Era constituída de uma galeria de paredes verticais e teto abobadado, com 800m de extensão e 5m de largura, partindo do “*Forum*” e terminando no rio Tigre (Dacach, 1984). Sua seção ainda pode ser vista, conforme apresentado na **Figura 20**, abaixo.



Figura 20. Cloaca Máxima (www.mclink.it/n/citrag/roma/doc/monum/emm_0005.htm)

Outro exemplo de sistema unitário de referência mundial foi o modelo francês “*tout-à-l’égout*”. Planejado e iniciado em 1824, só começou a receber as fezes em 1880, com a construção do grande coletor de “*Asniers*” (Silva, 2002; Costa, 1994). Durante o mandato do prefeito Haussmann, o sistema de Paris tinha uma equipe de engenheiros experientes: dentre eles, Belgrand, que dirigia o importante *Service des Eaux et des Égouts* (Benchimol, 1990), constituído por grandes galerias que, além de transportarem águas servidas e pluviais, recebiam todo o lixo urbano. Continham também sob suas abóbadas canalizações de água potável, água motriz, condutos de ar comprimido e fios de telégrafo (Brito, Obras v.II, 1901) evitando, por medidas de segurança, condutos de gás, aquecimento urbano e eletricidade, devido a riscos de explosões.

Na época de definição do sistema de esgoto a ser implantado no Brasil, vários técnicos da época defendiam a construção de uma rede de esgoto unitária, nos moldes do sistema francês (Silva, 2002; Benchimol, 1990).

As **Figuras 21a e 21b**, abaixo, apresentam aspectos do sistema de esgoto francês e as **Figuras 22a e 22b** subsequentes apresentam a transformação de trechos dos coletores em museu de saneamento.



Figura 21. Aspectos do sistema de esgotos “*tout-à-l’égout*” (Fotos: Gandhi Giordano, 1998).

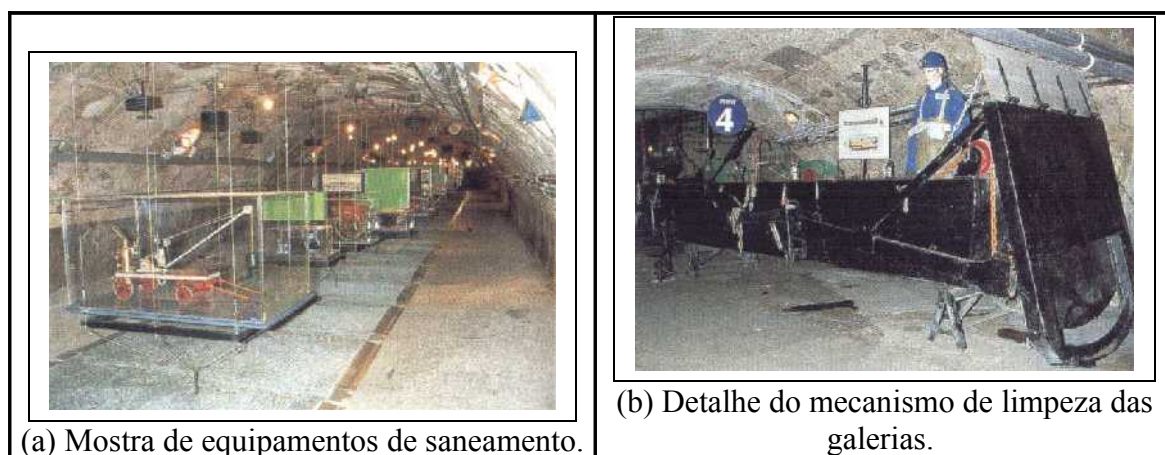


Figura 22. Museu do “*tout-à-l’égout*”. (Prospecto: “*Visite des égouts de Paris*”).

No Rio de Janeiro, diferenciando-se do “convencional” da época, o sistema de esgoto implantado pela *City* foi o do tipo **separador parcial, misto ou separador parcial inglês**, constituído por duas redes coletoras distintas: uma, que coleta e transporta o esgoto sanitário e parcela das águas de chuvas precipitadas nos telhados e pátios internos das propriedades; e outra, que viria a receber a parcela das águas pluviais de áreas externas às edificações, em áreas públicas, e que também seria futuramente construída pela *City*. No trabalho intitulado

Como Melhorar o Sistema de Esgoto do Rio de Janeiro, apresentado no 1º Congresso Brasileiro de Higiene, em 1923, Britto (Obras, v. II) afirma:

*O contrato estabelecia que o sistema fosse **semelhante ao adotado em Leicester e outras cidades de Inglaterra** (grifo do autor) – esse sistema é o separador parcial. A rede dos esgotos recebe promiscuamente os despejos domiciliares e as águas de chuvas caídas nos telhados e nos pátios calçados; as águas pluviais provenientes das vias públicas são conduzidas pelas sarjetas para as galerias pluviais que descarregam diretamente nos canais ou cursos canalizados e na baía de Guanabara.*

A implantação deste sistema deveu-se às limitações financeiras e situações peculiares, diferentes das encontradas na Europa. Muitas áreas não pavimentadas, casas ocupando grandes lotes com áreas e pátios internos de difícil esgotamento pluvial e principalmente, chuvas de alta intensidade. Após criteriosos estudos e justificativas, os ingleses implantaram uma alternativa mais econômica, com modificações em relação ao sistema de esgotamento unitário tradicional (Sobrinho, 1999).

A maior parte da rede de esgotos da *City* foi projetada e construída para o sistema misto. Este procedimento foi avaliado após o esgotamento das áreas referentes aos três primeiros contratos de construção (1857, 1875 e 1890), mas seu funcionamento mostrou inconveniências nos dias de chuva, quando a rede pública de coletores se tornava incapaz de escoar as águas que recebia e por isso, eram frequentes os transbordamentos pelos tampões dos poços de visitas das ruas. Nesses dias, a companhia paralisava o funcionamento das estações elevatórias e de tratamento, para que não houvesse consumo excessivo de energia, sobrecarga e desgaste dos respectivos equipamentos, além de muitas vezes não possuir capacidade para um maior aporte de esgotos (Silva, 2002). Brito (Obras, v.II, 1923) expressava críticas ao sistema em questão:

(...) durante as chuvas (não somente as excepcionais) abrem-se as adufas (penstocks) e as galerias de esgotos descarregam diretamente na baía os líquidos e sólidos transportados (o defeito provem dos sistemas então universalmente adotados devendo-se normalmente recorrer à extravasão por vertedor).

Mediante estes inconvenientes, a partir do contrato de 1899, o Governo orientou a *City* a adotar o *sistema separador absoluto*, beneficiando por esta nova concepção, as áreas do Leme, Copacabana, Ipanema (até a rua Farme de Amoedo), Ilha de Paquetá, Cais do Porto, Áreas Encravadas (áreas de urbanização retardada proveniente de desmontes e aterros, dentro

de sítios já atendidos e como os resultantes do desmonte dos morros do Senado e do Castelo) (Silva, 2002).

O **sistema separador**²⁷ ou **separador absoluto** é constituído por dois sistemas de esgotamento distintos, um destinado a coletar esgoto sanitário e outro, águas pluviais.

Este tipo de esgotamento foi desenvolvido e implantado na cidade de Memphis, capital do Tennessee, Estados Unidos, em 1879, pelo engenheiro e coronel George Edwin Waring, que concluiu que para as condições locais da região (rural), ter-se-ia uma considerável redução no custo de implantação, adotando-se um sistema de coleta e transporte de esgoto doméstico totalmente independente daquele destinado às águas pluviais (Medeiros Filho, 1997).

Mesmo havendo outras referências da implantação deste tipo de sistema, sua consolidação se deu mediante a experiência americana, conforme o abaixo descrito (Barreto, 1889 apud Silva, 2002).

Proposto em 1843 por Ed. Chadwick, este systema, na opinião de Wazon, parece ter sido applicado primeiramente em Oxford no anno de 1876 pelo engenheiro H. White, mas foi installado definitivamente em Memphis (Tennessee, Estados Unidos) no anno de 1879, graças ao engenheiro americano, Coronel Jorge E. Waring

O Governo, através de termo aditivo aos contratos, assinado em 7 de dezembro de 1912, determinou a obrigatoriedade da adoção do sistema separador absoluto, tanto para as novas edificações, ainda não esgotadas, quanto para as casas já esgotadas, mas reconstruídas a partir de 1º de janeiro de 1913 (Silva, 2002).

Silva (2002) cita a Cláusula Primeira do novo Acordo, pela qual a rede de esgotos passou a receber apenas *águas dos tanques de lavagens de roupa, banheiros e cozinhas, das cocheiras, fábricas, destilarias e todas as águas que por sua natureza o exijam as condições de saúde pública.*

As instruções de 1912 determinaram que a *City* deveria canalizar as águas pluviais e nascentes dos prédios novos e reconstruções situadas nas áreas esgotadas, sempre que possível, para as sarjetas das ruas. Estavam, em tese, definidas a partir daí, redes específicas para cada tipo de efluente.

O sistema separador absoluto teve como um de seus grandes defensores, o engenheiro sanitarista Saturnino de Brito. Seus principais argumentos a respeito foram apresentados no opúsculo *Saneamento de Santos*, de 1898 (Obras, v.I) sua primeira publicação sobre esgotos.

²⁷ A NBR 9648/86 define como sendo o conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente esgoto sanitário a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro.

Desenvolveu nesta cidade pela primeira vez no Brasil, o sistema de bombeamento nas estações elevatórias de esgoto com bombas centrífugas, elétricas e com comando automático, em substituição aos ejetores de ar comprimido então universalmente empregados (Telles, 1993).

As **Figuras 23a e 23b**, a seguir, apresentam detalhes de projetos de estações elevatórias elaborados por Saturnino de Brito.

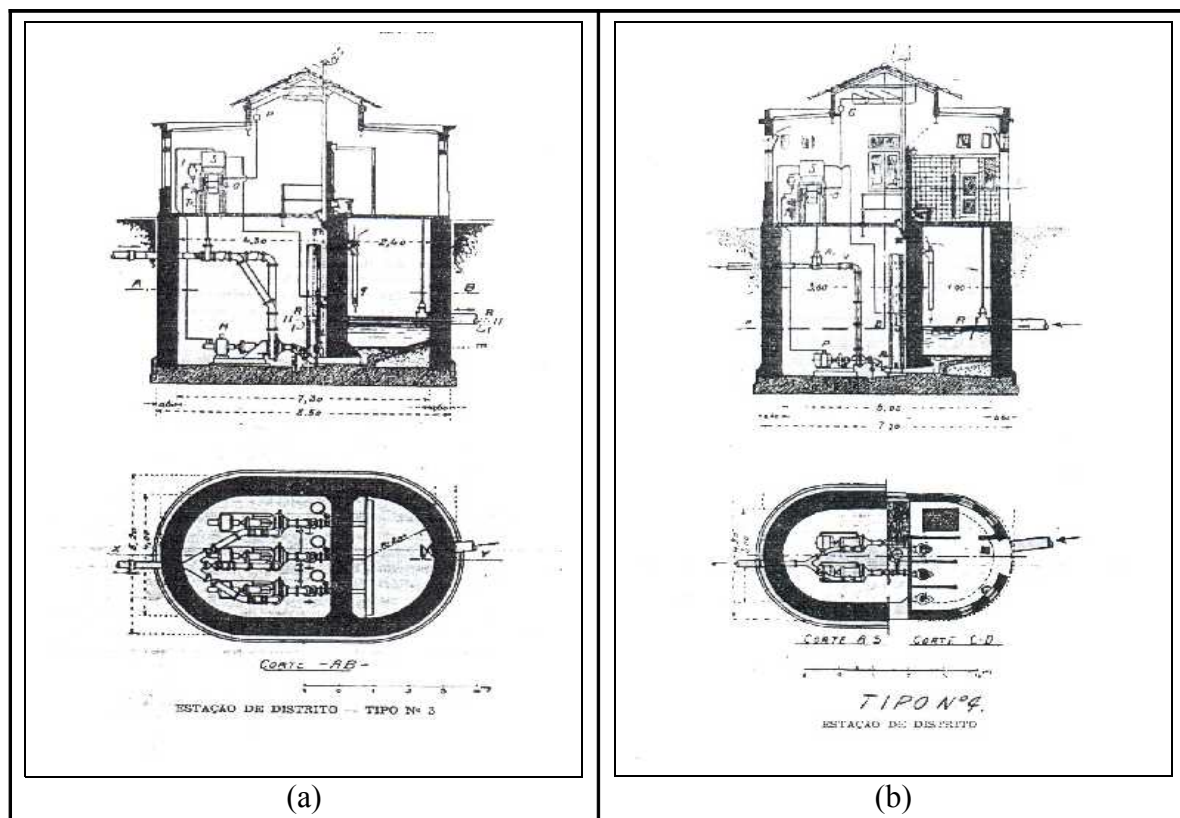


Figura 23. Estações elevatórias de esgoto concebidas por Saturnino de Brito (Sampaio, 1947).

O Rio de Janeiro, bem como a maioria das cidades brasileiras, adotou a concepção do *sistema separador absoluto* como oficial. Entretanto não se impediu que, concomitantemente a ele, existissem áreas dotadas com sistemas unitários, com situações e estruturas atípicas que em diversos casos não foram concebidas para estas situações de operação, com presença de extravasores e ligações prediais irregulares. Esses aspectos, que de muitas maneiras comprometeram algumas vantagens do sistema *separador absoluto*, serão detalhados no capítulo # 6.

Nas áreas rural e urbana, as soluções indicadas para o destino de dejetos humanos são diferentes. Para a área rural, soluções individuais, as assim chamadas soluções *casa por casa*, são impositivas, devido à alta dispersão da população. À medida que se dá o adensamento populacional, as soluções coletivas se tornam ideais; máximas, quando as localidades são

providas de abastecimento público com água canalizada, e obrigatórias, quando os terrenos não filtram (Cynamon, 1986).

A implantação das primeiras redes coletoras de esgoto sanitário no Rio se deu em área densamente ocupada. Já os sítios com pouca densidade populacional iniciaram seu esgotamento com soluções individuais de tanques sépticos, lançando os efluentes nos rios. Posteriormente, mesmo com o crescimento populacional, em muitas áreas permaneceu a alternativa individualizada devido à demora na expansão de rede coletora.

O aumento da poluição e o desenvolvimento tecnológico impulsionaram grandes avanços nas etapas de tratamento e disposição final dos esgotos sanitários, na utilização de novos materiais (como a família dos plásticos nas tubulações e juntas, por exemplo), na evolução dos sistemas de bombeamento, automação, monitoramento e nos processos construtivos (métodos não-destrutivos), dentre outros.

No Rio de Janeiro, entretanto, a concepção geral de coleta e transporte de esgoto sofreu poucas alterações ao longo do tempo. O sistema de esgoto “convencional”²⁸, de escoamento gravitário, predomina há bastante tempo. Não obstante, faz-se necessária a compreensão das alterações mais significativas para o entendimento dos sistemas de esgotamento atuais.

Na fase inicial da implantação do sistema de esgoto no Rio de Janeiro, correspondente aos três primeiros distritos, por serem áreas já densamente ocupadas e por ser mais econômico (Gomes, 2001), os coletores prediais foram construídos através do sistema de ramais, para servirem a quarteirões inteiros, atravessando os fundos dos terrenos dos prédios e passando até sob os pisos de suas áreas internas. Ao fim de algum tempo, o esgotamento por grupos apresentou graves problemas operacionais nas redes, obstruções e abatimento no interior dos prédios, de difícil identificação e acesso. Segundo Brito, (Obras, v.II, 1923) nos serviços antigos eram insuficientes os poços de inspeção e intoleráveis as aberturas de alguns coletores para desobstruções. As chuvas ocasionavam refluxos nas instalações dos prédios e comprometiam as condições de salubridade (Gomes, 2001; Silva, 2002).

Parte da antiga rede sofreu revisões, de acordo com as recomendações de 1898, aproveitando-se, inclusive, das futuras modificações nas ruas da cidade. No 1º Congresso Brasileiro de Higiene, em 1923, Brito (Obras, v.II) propõe como uma das medidas de melhoria:

Cada casa será diretamente ligada ao coletor geral, estabelecendo-se nas áreas e no passeio caixas de inspeção para as mudanças de direção ou do

²⁸ Entende-se como “convencional” os métodos e critérios gerais de parâmetros, dimensionamento e especificações mais comumente utilizados. Entretanto, como toda a técnica, cada caso depende da engenhosidade para resolver problemas específicos.

greide (...). O esgoto em grupo, nos terrenos acidentados será admitido quando não for possível o esgoto direto de cada casa (...).

Mudança considerável de concepção se deu no sistema de ventilação das redes coletoras. Inicialmente as latrinas eram instaladas nas “secretas” ou “casinhas”, construídas nos quintais ou em locais definidos pelos proprietários, dentro das casas. Como os banheiros ainda não existiam, na impossibilidade de construir as “casinhas”, os donos das casas optavam por instalar as latrinas junto à cozinha, da qual geralmente eram separadas apenas por um tapume. Esta condição, associada à crônica falta d’água, agravava a exalação do mau cheiro proveniente das tubulações (Gomes, 2001). Por conseguinte, desde a implantação das primeiras redes, havia preocupação em se vedar a saída de gases dos coletores para as residências, colocando-se sifões desconectores, conhecidos à época como “sifão camelo” nos coletores domiciliares e estabelecendo fecho hídrico para os gases da rede. A eliminação dos gases da rede coletora era feita pelos poços ventiladores e chaminés ou postes ventiladores. As **Figuras 24a** apresentam um exemplar remanescente do poste ventilador localizado na rua Getúlio, em frente ao nº.80, no bairro do Méier. Nas **Figura 24b** e **24c**, encontram-se detalhes do antigo “sifão camelo”.

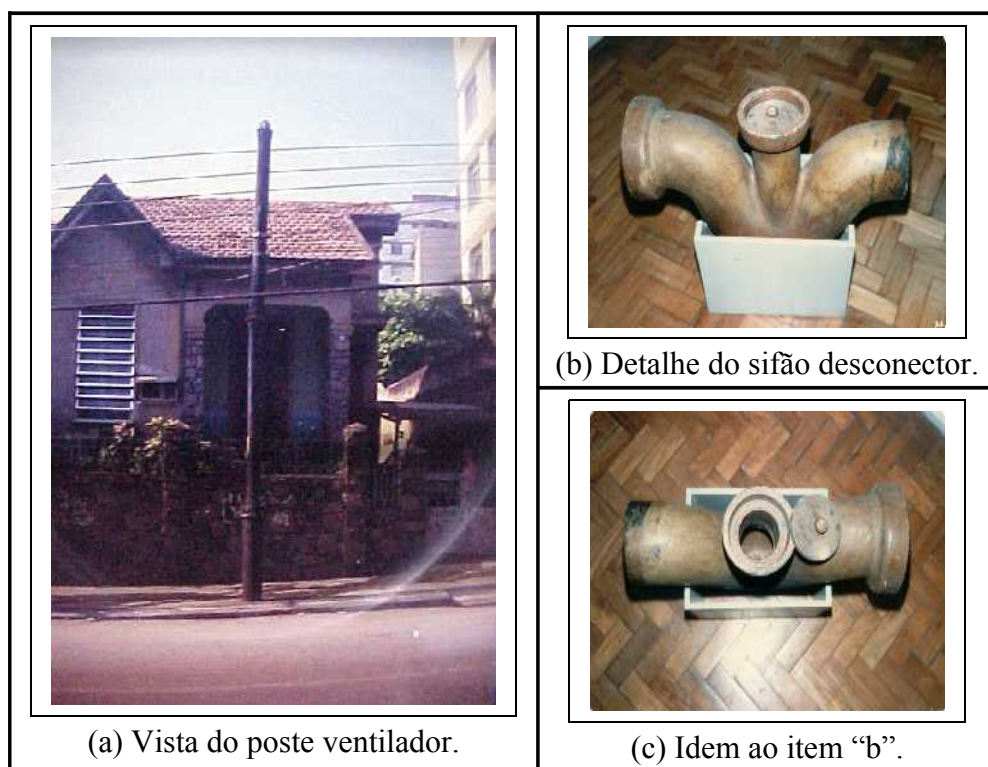


Figura 24. Elementos de controle de gases em rede coletora de esgoto sanitário (Fotos: Acervo particular de Ary Pinto de Castro).

Dos poços ventiladores localizados ao lado dos de visita, geralmente das cabeceiras dos coletores escapavam gases fétidos. Foram feitas, sem sucesso, tentativas de minimizá-los. Em 1880, foram colocados filtros de carvão vegetal embebido em solução fênica. Foi

recomendada, em 1935, a adoção do sistema “*Webb*”, que consistia na instalação de bicos de gás no alto dos postes ventiladores, o que não foi efetivado pela concessionária (Roxo & Ferreira. In: Silva, 1965).

Brito (Obras, v.II, 1923) propunha a supressão dos sifões para que a rede pública pudesse ser ventilada pelas instalações prediais. Segundo a Revista da SURSAN (1970), ele foi o primeiro a apontar os inconvenientes de tal sistema e recomendar a ventilação completa dos coletores, utilizando principalmente, as ligações prediais desprovidas de sifões e tornando os tubos de ventilação das instalações prediais os responsáveis pela ventilação dos coletores públicos. Os sifões e ventiladores referentes ao antigo sistema foram gradualmente removidos a partir do *Regulamento e Instalações Prediais de Esgotos Sanitários*, de 1954. Esta singular regulamentação passou a atender as recomendações técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que já estavam em vigor naquela época.

Como alternativa ao sistema “convencional” temos o *Sistema Condominial*. Desenvolvido inicialmente em 1980 nos bairros de Rocas e Santo Reis, em Natal, Rio Grande do Norte, pela Companhia de Águas do Rio Grande do Norte (CAERN) se espalhou para outros estados brasileiros com pequenas adaptações. A idéia central de implementação é o traçado na forma de condomínios, em grupos de usuários, em nível de quadra urbana, como unidade de esgotamento. A solução assemelha-se a dos ramais multifamiliares de esgoto dos edifícios de apartamento, sendo que no lugar de prédios e apartamentos têm-se quadras e casas. O ramal predial constitui-se de tubulações que passam entre os quintais e interiores dos lotes com menores diâmetros e recobrimentos e órgãos acessórios específicos. A operação e manutenção desse ramal são de responsabilidade do próprio “condomínio” criado. (Sobrinho, 2000).

No Rio de Janeiro, o sistema condominial foi utilizado experimentalmente em diversas comunidades carentes contempladas pelo Programa de Saneamento Básico para a População de Baixa Renda (PROSANEAR), desde pequenos sítios, como Bananal (170 hab.) até grandes complexos de favelas, como a do Alemão (135.000 hab.) (Passos, 2001). O resultados destas intervenções ainda não foram mensurados para avaliação de sua aplicabilidade nestas comunidades ou em outras. Fabricantes de tubos e acessórios em PVC desenvolveram linhas completas de produtos a fim de serem utilizados neste tipo de sistema. Tem-se, como exemplo, a substituição de poços de visita por tubos e terminais de limpeza em PVC, que no Rio de Janeiro, diferentemente de outros estados, não foram ainda testados.

Outro sistema não-convencional desenvolvido para pequenas coletividades e áreas periféricas é a *Rede de Coleta e Transporte de Esgoto Decantada*, utilizada inicialmente em

Brotas-Itapipoca, Ceará, em 1983. Concebido pelo Prof. Szachna Elias Cynamon (UERJ e Fiocruz), apresenta, entre outras características, a utilização de tanques sépticos domiciliares especiais, com dispositivo de secagem de lodo, substituição de poços de visita por tubos de inspeção e limpeza e tubulações com menores diâmetros (40 mm), podendo funcionar à seção plena com tratamento de filtro anaeróbio (Cynamon, 1986). Este modelo também foi implantado em Angra dos Reis, RJ.

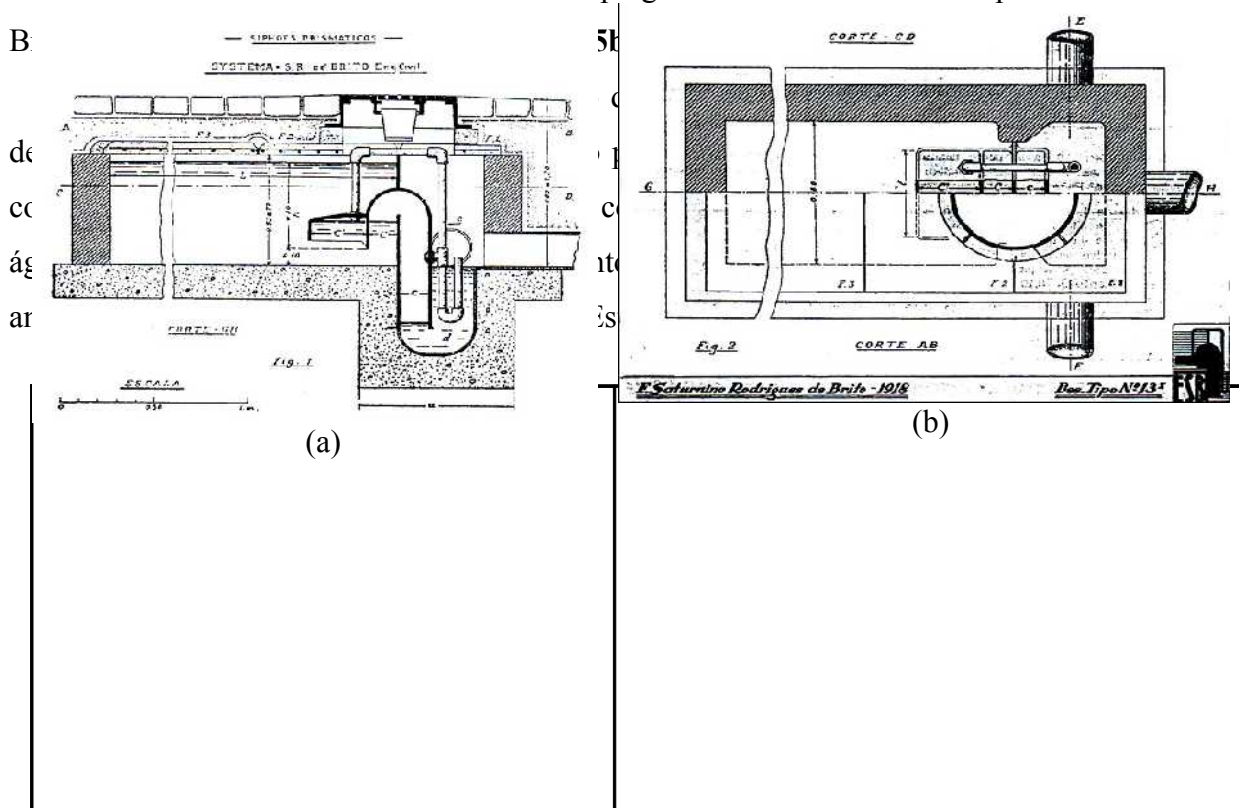
Diversas modificações vêm sendo estudadas no país como alternativas ao esgotamento de sítios planos visando diminuir a profundidade de suas tubulações, que geram problemas técnicos e custos altos. Neste caso estão as redes pressurizadas a vácuo²⁹ e a utilização de *dispositivo gerador de descarga* (Sobrinho, 2000), concepção que se assemelha conceitualmente aos tanques fluxíveis. No Rio de Janeiro não existem estes sistemas implantados.

A utilização da água para o transporte hidrodinâmico dos despejos fecais humanos em canalizações foi no passado uma revolução sanitária frente às formas precárias de disposição que existiam, trazendo na época, melhorias excepcionais à salubridade. Entretanto, esta tecnologia encontrou diversas dificuldades de implantação no Rio de Janeiro, exatamente pela escassez e descontinuidade no fornecimento de água, o que não permitia altura molhada satisfatória nos coletores e trazia dificuldades de arraste e autolimpeza das tubulações. A cidade do Rio de Janeiro só contou com rede de abastecimento domiciliar de água a partir de 1876, curiosamente após a implantação do sistema de esgoto (1864). O Governo Imperial, mediante recomendação dos banqueiros Rostchschilds (Coelho, 1985), contratou o engenheiro italiano Antônio Gabrielli para o projeto e realização das obras, concluídas em 1878, com 8.334 prédios ligados à rede. Até então o abastecimento era feito basicamente por chafarizes e alguns poços. Em 1840, foi permitido aos particulares canalizarem, por sua conta, a água dos chafarizes para suas casas. Antes disso, já alguns poucos prédios públicos e religiosos gozavam deste privilégio (Telles, 1984). Contando com melhorias no abastecimento, em 1877 a *City* iniciou a instalação de tanques fluxíveis nas cabeceiras dos coletores, atingindo um total de 420 unidades, em 1934 (CEDAE, 2003).

Os tanques fluxíveis eram estruturas providas de dispositivos automáticos para descargas periódicas de água de lavagem, de modo a impedir a formação de depósitos no interior dos coletores. Suas câmaras de acumulação de água possuíam capacidades de 600, 1200 ou 1800 L, podendo servir a um, dois ou três coletores, admitindo-se que sua descarga tenha ação de limpeza de 300 m (Azevedo Netto, 1973).

²⁹ Fabricantes de tubulações em PVC já disponibilizaram uma linha de produtos para este tipo de operação.

O de uso mais corrente no Brasil empregava o sistema concebido por Saturnino de



A situação melhor equacionada foi a de Gabrielli, em 1880, com a conclusão da adução dos Rios d'Ouro, Santo Antonio e São Pedro, e também posteriormente com a construção de diversos reservatórios (Silva, 1988).

Na atualidade, os custos dos serviços de abastecimento de água tendem a aumentar devido à ampliação do sistema para atendimento de novos consumidores, ao acréscimo no nível de tratamento resultante da elevação do grau de poluição e à contaminação dos mananciais, além da própria redução na disponibilidade de água devido a uma série de fatores (conflitos de usos, estiagem, desmatamento, etc). Ações deletérias nos mananciais podem acarretar níveis de poluição que comprometam sua viabilidade e resulte na escassez de recursos hídricos para o consumo humano, realidade já enfrentada no Brasil e no mundo.

Com os incrementos nos custos de produção e distribuição da água, vários estudos e ações de ordem tecnológica e educacional estão sendo desenvolvidos visando otimizar o sistema para melhor aproveitar sua capacidade de abastecimento e racionalização do consumo. Destacam-se: proteção e uso racional de mananciais, controle de perdas, campanha de redução de desperdícios, reuso da água, etc. O desenvolvimento de novas tecnologias de racionalização deste bem mineral vem se apresentando promissor. Estas medidas estão sendo estudadas também para os sistemas de esgotamento sanitário e têm levado a uma inversão do que vem a ser atualmente a tecnologia mais adequada para o esgotamento sanitário. A

necessidade de racionalizar o consumo de água, principalmente a potável, vem convergindo em esforços no sentido de desenvolver novos conceitos de coleta e transporte de esgoto sanitário como tecnologias de usos prioritários das águas, de saneamento a seco e reuso de água.

Cynamon (1993) estipula como usos prioritários àqueles em que a água é essencial à promoção da saúde: bebida, comida, banho, etc.; e usos secundários, em que a utilização de qualidade de água superior é desperdício, tais como: vaso sanitário, lavagens de rua, carro.

As modificações devem ocorrer a partir das instalações hidráulicas prediais, uma vez que as residências utilizam grandes volumes de água potável para todas as necessidades, como a descarga e transporte de material fecal, que pode chegar à ordem de 30% do consumo de água total (Santos, 2001; Mancuso, 2002). Estudos no *design* de bacias sanitárias, tipos de descarga, mictório a seco, esgotamento seco a vácuo, instalações de captação e distribuição de águas pluviais e de reuso de águas residuárias, dentre outros estão se difundindo.

A **Figura 26**, abaixo, apresenta vista em corte de um modelo de mictório aplicado em estabelecimentos no RJ, que dispensa água para descarga, reduzindo consideravelmente seu consumo através de dispositivo selante.

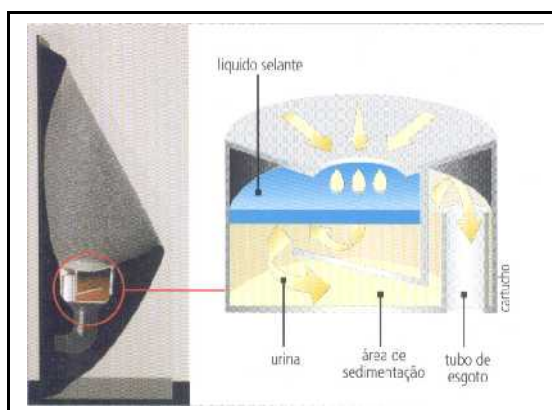


Figura 26. Mictório redutor de consumo de água. (Fabricante: Ideal Standard Ltda.).

As **Figuras 27a e 27b**, abaixo, apresentam o sistema predial de esgoto sanitário a vácuo desenvolvido pela empresa Evac Ltda, em parceria com a UFSCar, que tem como justificativa de implementação a redução no consumo de água para descarga dos dejetos.

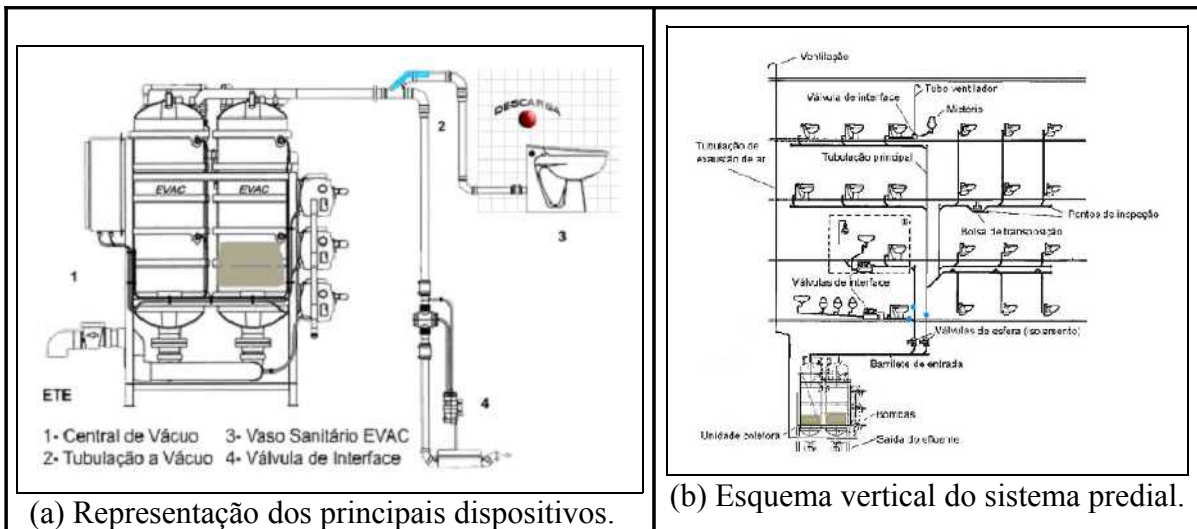


Figura 27. Esquema de sistema predial de esgoto sanitário a vácuo (www.sanivac.com.br).

Para Niemczynowicz (1999), o problema da escassez de água é um problema de qualidade da água. A maioria dos usos que o homem faz da água, com exceção da irrigação, não a destrói, em termos de quantidade, mas a polui. A redução da utilização de água limpa no mundo significa que o uso desta água para o esgotamento sanitário é uma solução inviável para todos os países que não estiverem equipados com efetivo sistema de tratamento de esgotos, especialmente onde há seca. Sendo assim, o equacionamento dos resíduos sólidos e líquidos se torna fundamental para os desafios na gestão dos recursos hídricos.

Dentro deste contexto, o desenvolvimento tecnológico aponta como área de pesquisa, investimentos e de implantação de novos produtos relacionados ao racionamento das águas utilizadas para transporte dos dejetos humanos. Como exemplo de alternativas de aplicação deste novo conceito, as **Figuras 28a, 28b e 28c**, abaixo, apresentam detalhes de um protótipo de bacia sanitária utilizada na Universidade de Kalmar, Suécia, que separa as descargas de urina e de excretas, além de permitir o controle nas vazões de descarga.

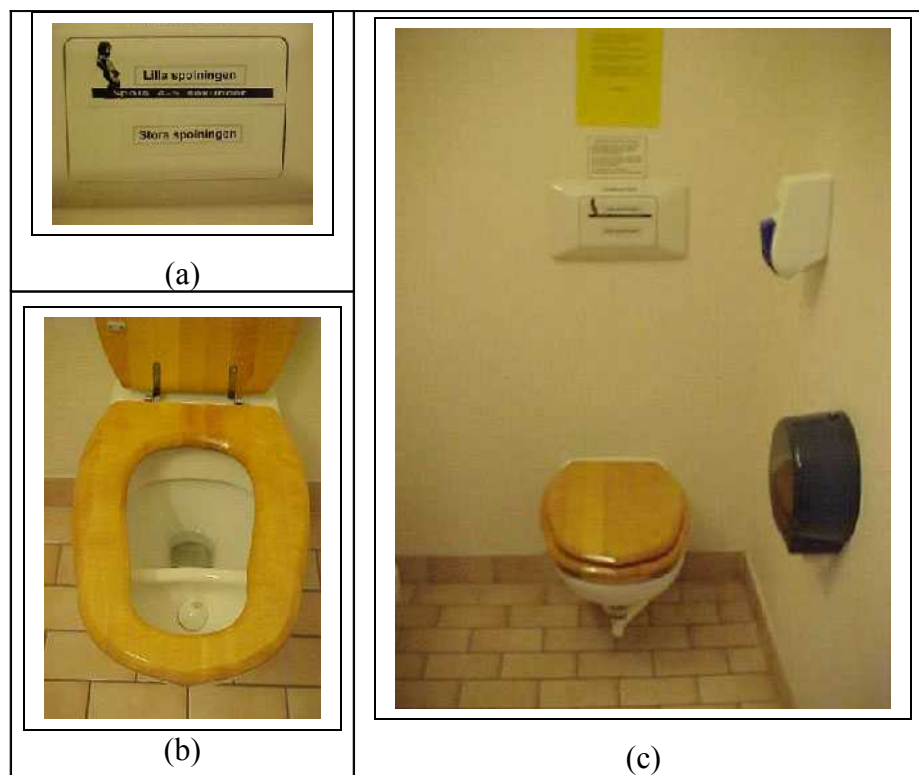


Figura 28. Protótipo de bacia sanitária para redução no consumo de água (Fotos: Rosso, T.C., 2002).

Na atualidade, a alternativa dada de reuso dos efluentes gerados vem para muitos se apresentando como uma das mais fundamentadas, sob o ponto de vista sistêmico, para o seu melhor equacionamento e condizente tecnicamente com o termo de *destino final adequado*. A viabilidade desta solução está relacionada com a evolução tecnológica dos processos de tratamento e com os parâmetros utilizados para a avaliação custo-benefício.

5.3.4. Concessionárias dos Serviços de Esgotos

Marcada pela necessidade de se afirmar enquanto serviço de infra-estrutura urbana prioritário, a concessão dos serviços de esgoto na cidade do Rio de Janeiro passou por diversas estruturas institucionais, conforme pode ser evidenciado no **Quadro 5**, abaixo, e sofreu, apesar de seu pioneirismo, uma difícil, lenta e tardia evolução relativa à estruturação espacial da cidade. A descrição da evolução dos sistemas de esgotos através das concessionárias a seguir pretende demonstrar esta afirmativa e para isso foi expressivo o trabalho: *Os Esgotos do Rio de Janeiro - História do Sistema de Esgotos Sanitários da Cidade do Rio de Janeiro 1857-1997* de autoria do engenheiro José Ribeiro da Silva, ex-funcionário da antiga *City*.

Quadro 5. Concessionárias e repartições dos serviços de esgotos do Rio de Janeiro.

Período	Órgão responsável	Concessionária / Repartição
Colônia e Império	Câmara	---
1840-1862	Inspeção Geral das Obras Públicas do Município da Corte	---
1862-1947	Ministério da Agricultura, Comércio e Obras Públicas	<i>The Rio de Janeiro City Improvements Company Limited (City)</i> ¹
1924-1937	Ministério da Viação e Obras Públicas 1930 - Ministério da Educação e Saúde	Inspetoria de Águas e Esgotos (IAE) ²
1937-1941	Ministério da Educação e Saúde	Serviço de Águas e Esgotos do Distrito Federal (SAEDF)
1941-1945	Ministério da Educação e Saúde – Departamento Nacional de Saúde	Serviço Federal de Águas e Esgotos (SFAE)
1945-1957	Prefeitura do Distrito Federal -Secretaria Geral de Viação e Obras	Departamento de Águas e Esgotos (DAE) 1954 – DAE - Divisão de Esgoto 1956 – DAE – Depto. de Esgoto Sanitário (DES)
1957-1972	Governo do Estado da Guanabara Secretaria de Obras Públicas	SURSAN 1957 - Deptº. de Esgoto Sanitário 1965 - Deptº de Saneamento
1972-1975	Governo do Estado da Guanabara Secretaria de Obras Públicas	Empresa de Saneamento da Guanabara (ESAG)
1975-atual	Governo do Estado do Rio de Janeiro ³	Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE)

Obs.: 1. Os serviços de esgotos tiveram caráter privado no período de 1862-1947.

2. O IAE passou a ampliar o sistema de esgoto a partir de 1935.

3. Atualmente a CEDAE está subordinada a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR).

“The Rio de Janeiro City Improvements Company Limited” (“City”): 1862-1947

O imperador D. Pedro II mandou estudar os sistemas de esgoto sanitário e pluvial da Inglaterra, existindo plantas de autoria do engenheiro inglês Edward Gotto, datadas do período 1853-1863 (Revista da SEAERJ, 1990).

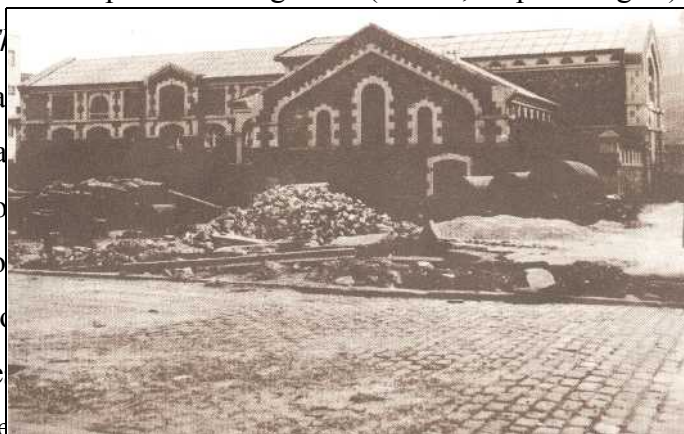
Em 1853 foi aberta concorrência para a construção de um sistema de esgotamento sanitário e duas propostas chegaram à Junta Central de Higiene. A de João Frederico Russell, que consistia em estabelecer todos os arranjos convenientes nos domicílios particulares, na construção de redes e transporte do esgoto coletado para unidades de tratamento que se

resumiam a tanques de precipitação química (Coelho, 1985; Telles, 1994). O material sólido removido seria vendido como adubo e o efluente líquido seria lançado no mar. A outra proposta, feita pela Companhia *Hanquet* pretendia implantar nas moradias tubos condutores que levariam as matérias a barris ou reservatórios fechados à pressão hidráulica e desinfetados, conduzidos a um depósito fora da cidade. A condução se daria em carros fechados e os dejetos depois de preparados, por fogo, destinados à agricultura. A proposta vencedora foi a de Russel (Coelho, 1985).

Mediante solicitação da Junta, em 1855, o sistema de tratamento proposto foi aplicado em caráter experimental na Casa de Correção ou Penitenciária Pública. A experiência teve êxito atestado pelos engenheiros do “*Civil Engineer Institute*” de Londres, e técnicos nacionais (Silva, 2002; Telles, 1984).

A execução do sistema de esgotamento e a exploração dos serviços constituíam-se em empreendimento de vulto e intensivo em capital. Reconhecendo este fato, a Lei nº 884 e o contrato de 1857 permitiram a exploração por empresa, desde que ela se constituísse fora do país, a fim de atrair capitais estrangeiros (leia-se, capital inglês). Em 20/02/1862, foi constituída a “*T*

popularmente pela
1857 para a nova
pública de esgoto
esgotos dos prédio



Limited”, conhecida
erência do contrato de
e administrar a rede
car as instalações de
necessão.

As obras co
dos serviços de e
Gotto. A área obje

eira lei de contratação
o engenheiro Edward
os mais populosos. O

3º distrito, o da Glória (cujo sistema foi o primeiro a entrar em operação) inaugurado em 1864, englobava os bairros de Laranjeiras, Silvestre, Santa Tereza, Flamengo, Lapa, Catete, praia de Santa Luzia e Glória; o 2º distrito, chamado Gamboa, começou a operar em 1865 e compreendia os bairros do mesmo nome, Estácio de Sá e Catumbi; e o 1º distrito, São Bento, chamado posteriormente de Arsenal, entrou em operação em 1866 e contemplava toda a parte central da cidade, desde o Catete até o aterro no Mangue, limitado pelo mar, Largo da Lapa, Rua do Riachuelo, parte da Frei Caneca, Praça da República e as encostas dos morros do Castelo, Santo Antônio, Senado e Livramento.

A **Figura 29**, a seguir, apresenta antiga Estação de Tratamento de Esgoto da Gamboa.

Figura 29. Antiga Estação de Tratamento de Esgoto da Gamboa, 1866 (CEDAE, 2001).

Em cada um desses distritos havia uma *Casa de Machinas* independente para a rede coletora de esgotamento da bacia correspondente, com caldeiras, bombas de recalque a vapor e Estação de Tratamento. O esgoto transportado passava por grades de barras, de limpeza manual e chegava em poços de reunião. Dali era recalcado para cilindros onde ocorria a desinfecção com aplicação de sulfato de alumínio, cal e carvão vegetal. Em seguida, o efluente ia para tanques de sedimentação onde sofria singela filtração passando por camada de cascalho, carvão vegetal e cordagem, antes de ser lançado no mar.

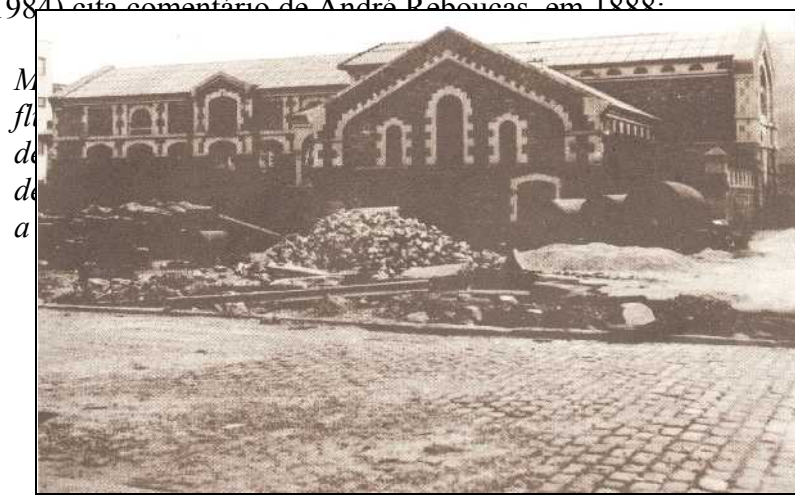
O pioneirismo da cidade não impediu que o sistema de esgoto fosse alvo de constantes críticas (Telles, 1984). As reclamações eram quanto à eficiência e quanto à sua defasagem frente às crescentes demandas populacionais.

O esgotamento da cidade não obedeceu a um projeto amplo, gerando interpretações e soluções localizadas, fragmentando o sistema em áreas contratuais.

As redes coletoras também recebiam críticas quanto à qualidade das tubulações, emissão de gases, pouca declividade, insuficiência de poços de visita, dos coletores coletivos, falta de estanqueidade, etc.

Quanto à eficiência do tratamento, em todo o período, a *City* sofreu diversas críticas, destacando-se dentre elas: subdimensionamento, eliminação da filtração final, tempo de detenção insuficiente, descargas indevidas de lama na Baía de Guanabara, limpeza precária e demorada das instalações, emissão de gases, economia com a adição insuficiente de produtos químicos, pontos de despejo final inadequados etc.

Telles (1984) cita comentário de André Rebouças, em 1888:



M
fl
de
de
a

entanto, ainda
da baía, placas
, oficialmente
ra foi constituir

O lodo gerado pelas estações de esgoto sanitário, chamado na época de “lamas”, era transportado por carroças até aterros de mangue na Alegria e Saúde e posteriormente tinham como destino a Ilha de Sapucaia, atual Ilha do Governador. O transporte, descuidado, era motivo de constantes protestos. Somente em 1934, a *City* inaugurou um sistema mecanizado de remoção de lodo com bombeamento para embarcações chamadas “lameiros”. Em 1936, os tanques de sedimentação das estações passaram a ser cobertos, eliminando o mau cheiro e a proliferação de moscas, promovendo também o ajardinamento das estações (Roxo & Ferreira. In: Silva, 1965).

O escoamento das águas pluviais também foi objeto do contrato de 1857 com a *City*. Entretanto, a companhia dispensou pouca atenção ao serviço, tanto na construção de galerias quanto na manutenção ou eliminação das valas existentes ou mal utilizadas pelos habitantes.

De 1877 a 1886, o Governo Imperial contratou os serviços do engenheiro inglês Joseph Hancox objetivando resolver os graves problemas de drenagem da cidade, uma vez que não estava sendo atendido pela *City*. Neste período, foram instaladas 82 km de rede de drenagem em contraposição à cerca de 9 km de galerias e ramais de águas pluviais executadas pela *City*, entre 1862 e 1877.

Em consequência destes conflitos de atribuições e da defasagem dos próprios serviços de esgotos sanitários, em 1915 o Governo Federal reestruturou a Inspetoria de Esgotos da Capital Federal, que ficou, junto com a *City*, responsável pelos serviços de águas pluviais. Posteriormente, em 1924, estes serviços foram passados para Inspetoria de Águas e Esgotos (IAE). A solução do problema da ambigüidade da drenagem pluvial se deu somente em 1940, quando os serviços foram transferidos para a Prefeitura do Distrito Federal passando então ao Departamento de Obras da Secretaria Geral de Viação e Obras.

Mediante termo aditivo de contrato em vigor entre a *City* e o governo, em 1911, passou a ser permitido o lançamento de despejos industriais na rede de esgoto, que, por conta dos efluentes, localizavam-se basicamente próximos aos corpos d’água. Não obstante, vale destacar a eficiência na manutenção dos serviços da *City*, sendo referência por muito tempo as Oficinas Eletromecânicas de São Cristóvão, que segundo Silva (2002) estavam aparelhadas para trabalhos de carpintaria, marcenaria, fundição de ferro e bronze, mecânica, ferraria, pintura e fabricação de caixas de inspeção, de gorduras, ralos sifonados, poços de visita e peças de concreto pré-moldado. Esta grande oficina atendia às demandas das redes, reparos elétricos e mecânicos das estações elevatórias e de tratamento. Esta posição mostrava a visão empresarial de preservar o patrimônio investido, prolongando a utilização, inclusive, após o prazo normal da vida útil e evitando-se gastos com substituições por manutenção indevida.

No decorrer dos anos, os serviços prestados pela *City* foram se tornando deficientes e obsoletos, face ao rápido desenvolvimento da cidade. As redes coletoras, estações elevatórias e de tratamento ficaram aquém das demandas. A necessidade de ampliação do sistema era constante motivo de conflito de interesses e re-interpretações contratuais entre a empresa e o poder público.

Não obstante, os ingleses não chegaram a introduzir no sistema do Rio de Janeiro equipamentos mecânicos apropriados para limpeza das redes coletoras, já existentes no Canadá e em cidades americanas. O que era utilizado pela *City* para limpeza das redes consistia tão somente em varas de madeira de 1 a 1,50 m, ligadas por juntas de metal, chamadas de “varas americanas”. Para desobstrução, a *City* importava varas de junco da Índia (Roxo & Ferreira. In: Silva, 1965).

Segundo o destacado engenheiro Enaldo Cravo Peixoto (1960):

(...) já em 1947, sombrias se mostravam as perspectivas referentes ao sistema de esgoto sanitário da cidade, desde que a companhia City se desinteressava de realizar melhoramentos na última fase de vigência do seu contrato.

No ano de 1912 praticamente findam as obras de ampliação das redes coletoras de esgoto sanitário realizadas pela *City*, limitando-se às áreas encravadas, iniciadas em 1937 (Gomes, 2001). Ao fim do contrato, em 1947, a *City* assentou 695.638 m de rede coletora de esgoto, com 5.870 poços de visita (Silva, 2002).

Inspetoria de Águas e Esgoto (IAE): 1924-1937

Em 1924, a *City* perde o monopólio dos sistemas de esgotamento. É criada a Inspetoria de Águas e Esgotos, que se torna, de 1934 a 1938, beneficiária de todas as novas concessões de esgotamento sanitário da cidade, atendendo áreas fora dos limites contratuais da *City*, tais como: Leblon, Ipanema, Lagoa Rodrigo de Freitas (faixa da orla) e Urca, passando também a ser responsável pelo sistema de drenagem pluvial e abastecimento de água. No decreto que autorizava a realização das obras, foi determinado que as instalações dos prédios esgotados para a rede construída, anteriormente serviços privativos da *City*, passariam a ser executadas por instaladores particulares, matriculados na inspetoria.

Devido às constantes irregularidades que vinham ocorrendo, dentre elas **a execução clandestina de instalações de esgotos e as ligações indevidas de águas pluviais à rede de esgoto sanitário**, foi aprovado em 1934, o regulamento que estabelecia as regras sobre as instalações e a imposição de multas aos infratores. Este regulamento estabelecia que o trecho do coletor predial entre o limite das propriedades e o coletor público de esgotos, seria feito

pela IAE, à custa dos proprietários. Nas áreas suburbanas, a população não requeria suas ligações por não dispor de recursos.

A **Figura 30**, apresentada abaixo, delimita a divisão contratual das áreas de esgotamento sanitário, implantadas pela *City* e pela IAE, em diferentes épocas.

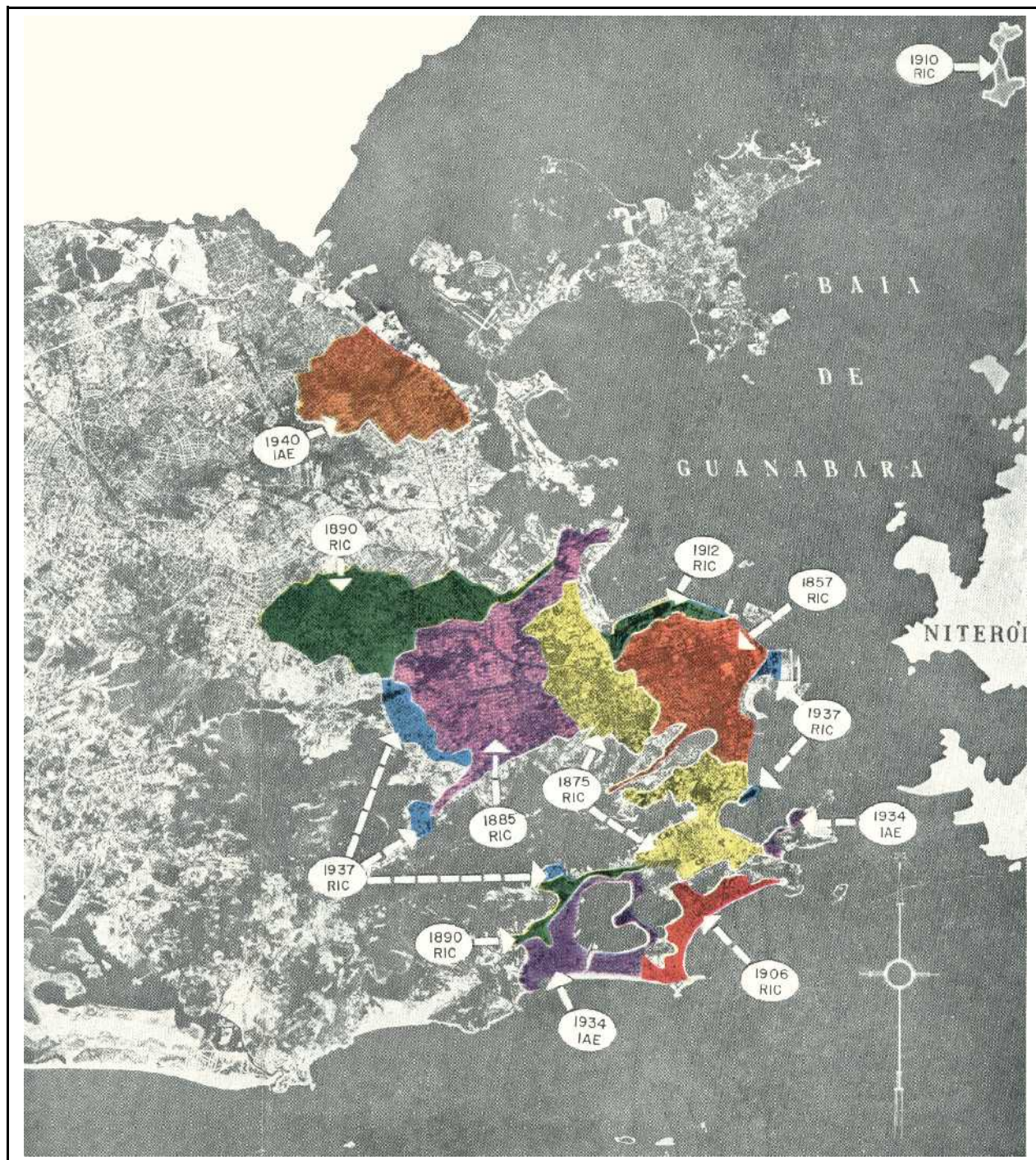


Figura 30. Divisão contratual das áreas de esgotamento sanitário da *City* e da IAE (Revista de Engenharia do Estado da Guanabara, jan/mar 1965).

Serviço de Águas e Esgotos do Distrito Federal (SAEDF): 1937-1941

Com o fim do monopólio dos serviços da *City*, o poder público realizou investimentos importantes em áreas habitadas por populações de renda média baixa, principalmente nos subúrbios (Marques, 1993).

O Serviço de Águas e Esgotos do Distrito Federal, em seu curto período de vigência, deu andamento aos projetos e obras não concluídos pela Inspetoria de Águas e Esgotos, construindo redes coletoras de esgoto sanitário nos bairros da Penha e Olaria, com o respectivo tratamento na Estação de Tratamento da Penha, a partir de 1940.

As instalações prediais de esgotos e suas ligações aos coletores públicos ficaram a cargo do SAEDF, que passou a ser indenizado pela despesa em prestações mensais, a serem pagas pelos interessados após a execução do serviço.

Serviço Federal de Águas e Esgotos (SFAE): 1941-1945

O Serviço Federal de Águas e Esgotos deu andamento aos serviços iniciados pela IAE e continuados pelo SAEDF, não se estendendo para novas áreas. Foi incorporado na Prefeitura do Distrito Federal, na tentativa de assegurar melhores condições financeiras e operacionais para o suprimento de água e esgotamento sanitário da cidade. A rede de esgotos de áreas marginais da Lagoa Rodrigo de Freitas foi construída entre 1940 e 1944.

Departamento de Águas e Esgotos (DAE): 1945-1957

O Departamento de Águas e Esgotos, subordinado à Secretaria Geral de Viação e Obras da Prefeitura do Distrito Federal, passou a ser responsável pelos serviços de água e esgotos (sanitário e pluvial) do município. Em 25 de abril de 1947, o contrato da *City* expirou e a responsabilidade da prestação dos serviços de esgotamento passou para o DAE, que incorporou da *City* todo o acervo e sistemas implantados (Revista de Engenharia, 1965). As redes coletoras, 15 estações elevatórias e 7 estações de tratamento construídas e operadas pela *City* passaram para o DAE em precárias condições de operacionalidade.

Segundo Peixoto (1960), o abastecimento de água na cidade priorizava os investimentos, já que a carência do precioso líquido é muito mais direta e imediatamente percebida pelo público. Passava para o plano secundário a solução dos problemas de esgoto, que se agravavam dia a dia. Desde o início da transferência, esforços foram direcionados no sentido de se providenciar um departamento próprio para os serviços de esgoto sanitário.

Em 1954, os esgotos passam do setor de Serviço de Esgoto para a Divisão de Esgotos, com estrutura de departamento. Somente em 1956, o DAE foi dividido em Departamento de Esgoto Sanitário (DES) e Departamento de Águas (DAA), ambos da Prefeitura do Distrito Federal, posteriormente incorporados pela SURSAN, em 1957 e em 1961, respectivamente.

Até a criação do DES toda a rede implantada na cidade atendia a apenas 30% da população, sendo imperiosa sua ampliação.

No período do DAE, as instalações domiciliares puderam ser feitas por particulares licenciados, entretanto, a elaboração dos projetos cabia ao DAE, que se sobrecarregava e não conseguia atender a demanda de execução das ligações prediais e dos serviços de manutenção da rede. Em 1954, passou a ser permitida a elaboração de projetos de instalações por particulares.

Foram construídas redes coletoras em Guaratiba, Olaria, Ramos, Bonsucesso, Ilha do Governador, coletores na Av. Brasil, além de reformas em diversas elevatórias e implantação de novas unidades.

Superintendência de Urbanização e Saneamento (SURSAN): 1957-1972

O programa de extensão de rede foi se atrasando, no entanto, e em conseqüência, com a grande expansão da cidade, grandes zonas, apesar de densamente povoadas e relativamente urbanizadas, ficaram sem serviços de esgotos; decorrendo ainda na antiga capital do país uma situação quase vexatória, com um sem número de valas mal cheirosas, e um estado sanitário bastante ruim, com febres tifóides, e doenças de origem hídrica, em caráter endêmico (Revista de Engenharia, 1963).

Através de um Fundo Especial de Obras Públicas, em 28/11/57, foi criada a SURSAN, com a função de executar um Plano de Realizações e Obras, incluindo projetos inadiáveis de saneamento básico. São desta época os investimentos vultuosos na realização de grandes obras, iniciadas pela DAE em 1958, na área de abastecimento de água, em que se destaca a ampliação do sistema do Guandu, incluindo a nova adutora e a estação elevatória do Lameirão, conhecida como “Obra do Século”.

O Serviço de Controle da Rede da Divisão de Projetos e Obras do Departamento de Esgotos Sanitários teve grande importância nos estudos de remanejamento de redes de esgotos, contando com setores de medições, controle técnico e pesquisa.

Em 31 de março de 1958, foi assinado convênio entre a SURSAN e o Ministério da Saúde, mediante o qual o DES e o Serviço Especial de Saúde Pública (SESP) organizaram a Comissão de Planejamento do Sistema de Esgotos Sanitários do Distrito Federal (COPES) voltada para estudos de macroplanejamento da expansão do sistema, de remanejamento da rede existente e de destino final dos esgotos, dentre os quais os projetos de interceptores oceânicos e do Emissário Submarino de Ipanema (ESEI). Constituído por cinco grupos permanentes de trabalho: Redes, Interceptores, Oceanografia, Hidrologia e Pesquisas,

desenvolveram o pioneiro *Plano Diretor do Sistema de Esgotos Sanitários do Estado da Guanabara* (Peixoto, 1960).

Na década de 60, o Governo do Estado logrou contrair os primeiros financiamentos externos com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o *United States Agency for International Development* (USAID), o que possibilitou a realização de grandes obras de saneamento básico.

A fragmentação e inconsistência da política de saneamento ficaram representadas pelo número e inconstância de diversos órgãos governamentais que atuavam, simultaneamente, nos níveis municipal, estadual e federal³⁰. Estes grupos setoriais disputavam prestígio, posicionamento institucional e maior influência nas discussões orçamentárias e alocação de recursos, inclusive os provenientes de financiamento internacional, exprimindo interesses corporativo-burocráticos e gerando desperdício de esforços e recursos financeiros. Este legado histórico perpetua-se nos dias atuais, em que a área de saneamento ainda não apresenta endereço fixo.

Ainda na época do Departamento de Esgotos Sanitários, foram realizados estudos para normalização junto a ABNT, objetivando implantar fossas sépticas nas residências da zona suburbana, que até então lançavam despejos domiciliares diretamente nos rios, galerias pluviais e sarjetas. A construção, limpeza e conservação ficavam sob supervisão deste departamento.

A partir de janeiro de 1963, os projetos e obras de esgotos pluviais do Estado foram transferidos da Secretaria de Obras Públicas para o DES. Posteriormente, estes serviços passaram para o Departamento de Saneamento e para o Departamento de Rios e Canais (DRC) da SURSAN, onde até 1972, a drenagem pluvial experimenta grande desenvolvimento (Revista Municipal de Engenharia, 1992).

Em 24/12/62, foi criada a Companhia Estadual de Águas da Guanabara (CEDAG), com atuação no sistema de abastecimento de água da cidade-estado. A efetivação da companhia se deu pela extinção do Departamento de Água da SURSAN.

Do outro lado da baía, no então Estado do Rio de Janeiro, em 06 de janeiro de 1972, foi criada a Companhia de Saneamento do Estado do Rio de Janeiro (SANERJ), encarregada

³⁰ No início da década de 60, havia, segundo Silva (1998), cerca de dezessete órgãos federais que atuavam no setor, dentre eles: o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), a Fundação Serviços de Saúde Pública (FSESP), o Departamento Nacional de Endemias Rurais (DNERu), a Divisão de Engenharia Sanitária do Ministério da Saúde, a Superintendência de Valorização Econômica da Amazônia (SVEA), a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), a Comissão do Vale do São Francisco (CVSF), a Comissão de Fronteiras, o Plano do Carvão, o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), a Seção de Engenharia Sanitária do Ministério da Guerra, a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM).

de explorar os serviços de abastecimento de água e de esgotos sanitários nos municípios fluminenses.

Vale destacar a criação do antigo órgão de controle ambiental, o Instituto de Engenharia Sanitária (IES), em 1962, tendo recebido apoio institucional da Organização Mundial de Saúde (OMS) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Posteriormente, em 1975, a Fundação Estadual da Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), implementou uma nova dinâmica ao IES, como um órgão com visão abrangente sobre os problemas ambientais. Estas instituições de pesquisa exerceram papel destacado e pioneiro no controle da poluição e formação de profissionais no setor, sendo padrão de referência no país durante longo período.

O decreto “N” nº 351 de 22 de janeiro de 1965 alterou a denominação do Departamento de Esgoto Sanitário para Departamento de Saneamento, mantendo a sigla DES e ampliando suas atribuições no Estado, para também combater pragas, como mosquitos e ratos. Em novo regulamento de instalações prediais de esgotos sanitários, o DES renunciou por completo à atribuição de projetar e executar as instalações prediais e coletores de vila, que ficou a cargo de projetistas, construtores e instaladores autônomos, devidamente licenciados.

A SURSAN construiu coletores de esgotos em diversos logradouros da cidade e foram beneficiadas várias áreas do subúrbio, como Bonsucesso, Encantado, Piedade, Irajá, Penha Circular, além da Ilha do Governador, parte de Jacarepaguá, Pedra de Guaratiba, dentre outros. Este período foi marcado por profundas transformações na estrutura, organização e racionalidade dos serviços. Para garantir sustentação financeira, o setor “modernizou” a cobrança de tarifas e buscou grandes empréstimos internacionais.

A **Figura 31**, apresentada na página seguinte, identifica as áreas dotadas de estações elevatórias e de tratamento de esgoto sanitário e as respectivas bacias contribuintes do Estado da Guanabara, em 1964.

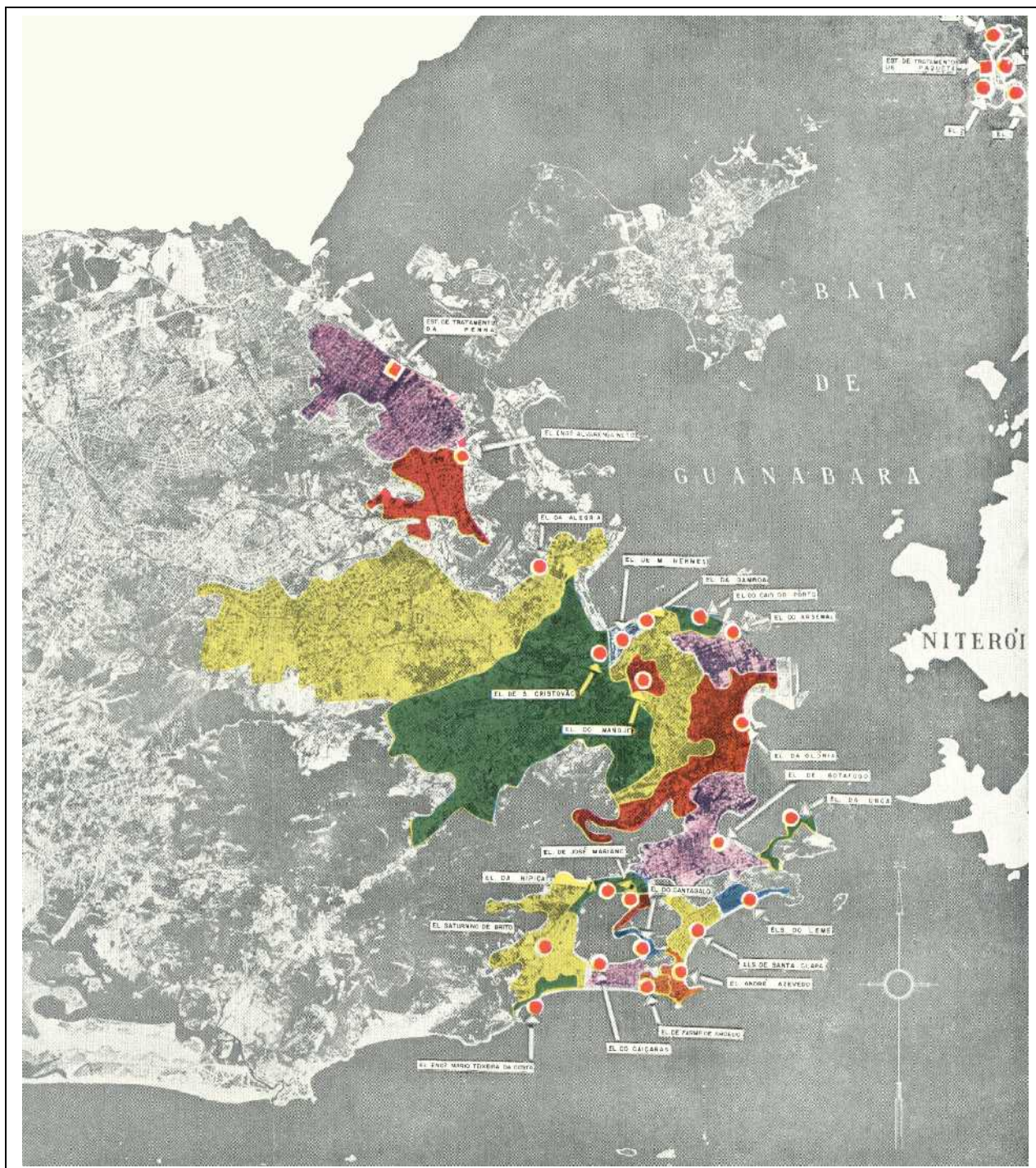


Figura 31. Sistema de esgotamento sanitário do Estado da Guanabara em 1964 (Revista de Engenharia do Estado da Guanabara, jan/mar 1965).

Empresa de Saneamento da Guanabara (ESAG): 1972-1975

A Empresa de Saneamento da Guanabara (ESAG) procurou elaborar o Plano Estadual de Esgotamento Sanitário. Iniciou e executou quase que completamente o ESEI, com recursos próprios e financiamento do Banco Nacional de Habitação (BNH), no âmbito do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA)³¹. Para a conclusão do Sistema de Esgoto da Zona Sul,

³¹ O PLANASA foi institucionalizado em 1969. Respalda-se financeiramente nos recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) para financiar a implantação ou expansão dos serviços de água e esgoto. O município aderiu ao novo modelo mediante a concessão da prestação dos serviços à companhia do seu Estado,

entre 1975 e 1977, foram consumidos aproximadamente 80% dos recursos aplicados em esgotamento sanitário, unicamente nas regiões administrativas de Copacabana, Lagoa e Botafogo (Vetter et al., 1979 apud Marques, 1993).

A partir da década de 1970, por meio de uma macropolítica realizada em âmbito nacional, o PLANASA reuniu recursos significativos para investimento em abastecimento de água e esgotamento sanitário. Entretanto, os benefícios, incontestáveis no primeiro momento para o abastecimento de água, não corresponderam à expectativa, pois a meta estabelecida pelo programa ficou longe de ser alcançada quanto aos equipamentos de esgoto sanitário.

Com a extinção do DRC, a responsabilidade pelo sistema de drenagem pluvial passa para os departamentos de obras de urbanização, de obras de conservação e geral de secretarias de obras do Rio de Janeiro (Revista Municipal de Engenharia, 1992).

Até a fusão dos estados da Guanabara e do Rio de Janeiro em 1975, coexistiam três organizações de prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário com jurisdição sobre a área da RMRJ, a saber: CEDAG; ESAG e SANERJ.

Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE): 1975 - em curso

Em 24/03/1975, foi criada a Companhia Estadual de Águas e Esgotos, que incorporou as três organizações supracitadas. Nesta época, deu-se também a criação da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), da Superintendência de Rios e Lagoas (SERLA) e da Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA). Assim, respeitada a autonomia municipal fixada em lei, a CEDAE é, salvo exceção, a atual responsável pela gestão e prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário na área da RMRJ.

Próximas à definição da RMRJ, instituída em 1974, as atividades da companhia recém criada ficaram em consonância com a política de desenvolvimento econômico e social do poder público estadual. Com exceção dos municípios do Rio de Janeiro e de Niterói, os demais municípios dispunham, em 1980, de apenas cerca de 400 km de redes de esgoto sanitário, que funcionavam precariamente por falta de conservação e inexistência de rede pluvial, o que demonstrava necessidade de melhor distribuição dos investimentos no Grande Rio.

Com o término do PLANASA, que forneceu recursos financeiros para o Departamento de Saneamento, a ESAG, a CEDAG e a CEDAE, o setor de saneamento no país ficou sem

o que lhe permitia obter os recursos financeiros necessários às obras de saneamento. Recursos significativos foram direcionados ao plano até meados da década de 1980, se extinguindo informalmente. O histórico da gestão do setor no país revela que o modelo defendido pelo programa recaía na adoção de tecnologias convencionais custosas, além de ter sido marcado por forte centralização política, institucional e financeira.

diretrizes, endereço institucional e fontes regulares de financiamento compatíveis com a enorme demanda. A falta de um plano nacional e a necessidade de regulamentação do setor, definindo claramente as atribuições de cada governo em níveis federal, estadual e municipal, acarretou grandes disputas de áreas de influência e responsabilidades entre as diversas instâncias de poder.

Na fusão dos antigos estados do Rio e da Guanabara, a responsabilidade sobre os rios passa para a SERLA e a dos sistemas de microdrenagem, para os municípios. Posteriormente, com a adoção do sistema de gerenciamento de bacias, algumas delas são inteiramente transferidas, por convênio, para o município do Rio de Janeiro, desde Irajá até São Conrado (Revista Municipal de Engenharia, 1992).

Em 1977, a FEEMA cria o *Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras* (SLAP), o que representou um grande avanço nas atividades de controle de poluição. Foi através desse instrumento que foi desenvolvida a concessão das licenças: prévia, de instalação e de operação das indústrias.

Com a volta do regime democrático ao país, a política ambiental passa por novas reestruturações, como a instituição da lei que estabeleceu a *Política Nacional do Meio Ambiente* e a previsão de implantação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA)³². Tal sistema incluía o conjunto de instituições governamentais que deveriam se ocupar da proteção e da gestão da qualidade ambiental, tendo por instância superior o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo, encarregado da formulação das políticas ambientais, contemplando, embora de forma limitada, a participação pública, através de organizações representativas da sociedade civil.

Em 1994, foi constituída a Diretoria de Esgotos da CEDAE, antiga reivindicação dos técnicos da área de esgoto, em sua maior parte originários da ESAG (Marques, 1998), com atribuições de coordenação, direção e supervisão de todas as atividades relacionadas a operação, manutenção, controle, planejamento e projeto de sistemas de coleta, transporte e destino final de esgotos na área do Estado do Rio de Janeiro. Não obstante, diante das sucessivas alterações de diretoria na CEDAE, esta diretoria encontra-se atualmente desativada.

De uma forma geral, as ações de eliminação das valas negras nos subúrbios, favelas e Baixada Fluminense tiveram, em relação às primeiras intervenções de implantação de redes de esgoto no centro do Rio, mais de um século de atraso. Obras de saneamento nas

³² Lei nº 6.938 de 31.08.1981 e regulamentada em 1983. No artigo 2º diz que tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

comunidades carentes, através dos programas sociais de saneamento básico, conforme descrito no subitem # 5.3.5., começaram a ser implantadas pela companhia a partir de 1983.

A poluição na Baía de Guanabara estimulou uma infinidade de estudos que foram sendo aprimorados com a percepção ambientalista e a utilização da modelagem computacional. Em 1987, foi criada uma comissão de trabalho que desenvolveu o *Projeto de Recuperação Gradual do Ecossistema da Baía de Guanabara*, tendo a FEEMA como agente executivo. Este projeto apresentava a necessidade, dentre outras, de ampliação da rede coletora de esgoto sanitário na RMRJ e de construção de sistema de tratamento e destino final adequado dos esgotos coletados. Este seria o principal subsídio à posterior elaboração do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG) apresentado no item # 7.3.

Em 1991, tem início o Projeto Ambiente Rio, instituído pelo governo federal com a atribuição de recuperar as condições ambientais da RMRJ, a fim de minorar os efeitos das enchentes que assolaram o estado em 1988. Este projeto constituiu-se de ações pontuais, porém urgentes, sendo integrado em parte, ao Programa de Saneamento Básico da Bacia da Baía Guanabara, predecessor ao PDBG.

Estudos da distribuição espacial dos sistemas de saneamento no Rio de Janeiro, desenvolvidos por Marques (1993), quase todas as obras realizadas pelas instituições responsáveis pelo saneamento antes da criação da CEDAE, localizaram-se nos bairros reconhecidos, segundo esta metodologia, como “espaços das classes altas” (Tijuca, Vila Isabel, Botafogo, Copacabana, Lagoa, Barra da Tijuca); “espaço das classes médias” (Engenho Novo, Ilha do Governador, Santa Tereza e Niterói); “centro de negócios” (Centro, Rio Comprido e Portuária) e “subúrbio tradicional” (Anchieta, Irajá, Penha, Méier, Ramos, São Cristóvão, Madureira e Jacarepaguá).

Os investimentos em saneamento realizados de 1975 a 1991 promoveram crescente homogeneização dos espaços na metrópole, com a redução das disparidades nas coberturas dos serviços, representando a democratização do acesso aos sistemas. Se ficou longe de representar uma universalidade, colocou a periferia da metrópole em um patamar de menor carência (Marques, 1993).

A implantação dos sistemas de esgotos, assim como os serviços de infra-estrutura urbana, de uma forma geral, levam em consideração critérios técnicos, mas são fundamentalmente determinados e viabilizados por decisões políticas, permeadas por pressões exercidas pelas classes e grupos sociais que disputam as benfeitorias e a valorização imobiliária. Fica evidente compreender a presença do esgotamento sanitário em determinadas áreas em detrimento de outras, cujo atendimento, apesar de tecnicamente fundamentado por questões como densidade populacional e índices de morbi-mortalidade, é postergado. No

aspecto da análise da disseminação espacial dos sistemas de saneamento e seus fatores determinantes, ver Coelho (1985); Benchimol (1990); Marques (1993; 1998) e Abreu (1997).

Segundo Silva (2002), o sistema de esgoto sanitário do município do Rio de Janeiro, sob responsabilidade da CEDAE, era constituído, em 1995, por cerca de 4.600.000 m de rede coletora, 41 EEs e 17 ETEs (sem contabilizar as unidades em fase de implantação). Já o Anuário Estatístico da Cidade do Rio de Janeiro relativo ao levantamento de 1998/1999 contabilizou no município, 37 EEs e 13 ETEs. A redução do número de unidades pode ser decorrente de desativação, proveniente, inclusive, de novas ampliações, como as do PDBG, por exemplo.

Dados fornecidos pela assessoria de comunicação da CEDAE, em palestra proferida na SEAERJ, em dezembro de 2002, informam que a extensão de rede coletora da cidade passou para 4.892.431 m.

O **Quadro 6**, apresentado a seguir, elenca os principais eventos e marcos jurídico-institucionais dos serviços de esgoto da Cidade do Rio de Janeiro.

Quadro 6. Eventos e marcos jurídico-institucionais dos serviços de esgoto.

Data	Intervenção
28/09/1853	Lei nº 719, autorizando D. Pedro II a contratar a execução do “serviço de limpeza das casas da Cidade do Rio de Janeiro, e do esgoto das águas fluviais”.
01/10/1856	Lei nº 884, ratificando as disposições da Lei nº 719 e urgenciando a contratação dos serviços de construção de rede de esgoto.
25/04/1857	Assinatura do contrato de concessão dos serviços com João Frederico Russell e Joaquim Pereira Vianna de Lima Júnior.
29/04/1857	Decreto nº 1929, “aprova o contrato para o serviço de limpeza das casas da Cidade do Rio de Janeiro, e do esgoto das águas fluviais, em virtude do que dispõe o parágrafo terceiro do art. 11 do Decreto nº 719”.
20/02/1862	Criação, na Inglaterra, da empresa “The Rio de Janeiro City Improvements Company Limited”, para prestação de serviços de esgoto.
05/1863	Transferência do Contrato de concessão de 1857 de João Frederico Russell para a City (período de exclusividade por 90 anos).
31/03/1910	Decreto nº 7.924, cria a Repartição de Águas, Esgotos e Obras Públicas, incorporando as atribuições da Repartição Fiscal de Esgotos do Rio de Janeiro.
03/11/1911	Decreto nº 9.079, transforma a Repartição de Águas, Esgotos e Obras Públicas em Repartição de Águas e Obras Públicas.
28/04/1915	Decreto nº 11.565, cria a Inspetoria de Esgotos da Capital Federal.
1924	Lei nº 4.793/24, cria a Inspetoria de Águas e Esgotos (IAE) em substituição à Inspetoria de Esgotos da Capital Federal.
13/01/1937	Lei nº 378 transferiu os serviços do IAE para o Serviço de Águas e Esgotos do Distrito Federal (SAEDF).

01/10/1940	Decreto nº 2.646/40 transfere os serviços de drenagem do Governo Federal para a Prefeitura do Distrito Federal.
12/04/1945	Decreto nº 7.459/45 transfere os serviços de água e esgoto sanitário da SFAE para a Prefeitura do Distrito Federal.
01/09/1945	Decreto nº 8.211/45 define a responsabilidade pela execução de tais serviços para o Departamento de Águas e Esgotos (DAE), da Secretaria Geral de Viação e Obras, da Prefeitura do Distrito Federal.
25/04/1947	Decreto nº 22.998 transfere para a Prefeitura do Distrito Federal todos os direitos, compromissos e obrigações da União para com a <i>City</i>
11/10/1956	Lei Municipal nº 872 desdobra o DAE em Departamento de Águas (DAA) e Departamento de Esgoto Sanitário (DES).
28/11/1957	Lei nº 899, de criação da SURSAN, incorporando o DES.
31/03/1958	Criação da Comissão de Planejamento do Sistema de Esgoto Sanitário (COPES).
11/10/1961	Decreto nº 613, incorporando o DAA à SURSAN
24/12/1962	Lei estadual nº 263, de criação da Companhia Estadual de Águas da Guanabara (CEDAG)
22/01/1965	Decreto “N” nº 351 alterou denominação do DES para Departamento de Saneamento.
19/10/1965	Decreto estadual “N” nº 478, efetivação da CEDAG, extinguindo o DAA da SURSAN
29/12/1972	Decreto “E” nº 5.793 de criação da Empresa de Saneamento da Guanabara (ESAG)
24/03/1975	Decreto Lei nº 99, criação da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE)
29/07/1998	Decreto nº 16.887/98 institui o Estatuto da Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro (Rio-Águas).

O **Quadro 7**, nas próximas páginas, apresenta a evolução física dos sistemas de esgoto na Cidade do Rio de Janeiro até o período da DAE, com as datas das primeiras implantações nos respectivos sítios. A partir da SURSAN os sistemas se ampliam em diversas direções, ultrapassando posteriormente os limites do município.

Quadro 7. Implantação dos primeiros sistemas de esgotos da Cidade do Rio de Janeiro.

Data	Intervenção
1862	Início da construção da Estação Elevatória e de Tratamento da Glória, através do

	aterro de sua futura área.
01/02/1864	Início de operação do 3º distrito da Glória, esgotando 1.200 das 14.600 casas da bacia contribuinte.
1865	Funcionamento do 2º distrito da Gamboa.
1866	Funcionamento do 1º distrito do Arsenal.
1868	24.100 m de rede coletora, 59 km de ramais prediais, com 7.800 ligações prediais para cerca de 200.000 hab.
1870	Cerca de 15.155 prédios ligados à rede de esgoto.
1873	Redes coletoras no Catumbi (1º distrito).
1874	Redes coletoras em parte de Laranjeiras.
1877	Total de 9.000 m de galerias de drenagem pluvial construída pela <i>City</i> .
28/09/1878	Funcionamento do 4º distrito de São Cristóvão, formado por São Cristóvão, Engenho Velho, Rio Comprido, Alegria, parte da Tijuca e de Benfica.
24/10/1878	Funcionamento do 5º distrito de Botafogo, formado pelas praias Vermelha e de Botafogo até os limites do Túnel Almor Prata e Largo dos Leões.
31/12/1879	23.104 residências ligadas à rede de esgotos.
jan. de 1883	Redes coletoras na Quinta da Boa Vista, Caju e do Trapicheiro (extensão do 4º distrito).
nov. de 1885	Redes coletoras em Vila Isabel, Andaraí Grande, São Francisco Xavier e Riachuelo (extensão do 4º distrito).
1886	81.713 m de galerias de drenagem pluvial construídas por Hancox, contratado pelo Governo Imperial.
1890	Funcionamento do 6º distrito, contemplando parte restante do Engenho Novo, Méier, Todos os Santos e Engenho de Dentro (extensão do 4º distrito).
1894	Funcionamento do 7º distrito do Jardim, contemplando Jardim Botânico e Gávea.
1906	Rede coletora em Copacabana, Leme e Ipanema, até rua Farme de Amoedo (extensão do 5º distrito).
1910	Rede e estação de tratamento na Ilha de Paquetá.
Fev. de 1911	Ligação dos despejos industriais à rede da <i>City</i> mediante fixação de taxas.
1912	Rede coletora do Cais do Porto.
1918	Existiam as ETEs: Arsenal, Gamboa, Glória, São Cristóvão, Botafogo e Alegria.
1928	Total de 529.438 m de rede coletora de esgoto sanitário construído pela <i>City</i> .
1934-1938	IAE implanta rede de esgoto sanitário fora dos limites contratuais da <i>City</i> , nos bairros de Leblon, Lagoa (faixa da orla), Urca e Ipanema.

1937	Esgotamento pela <i>City</i> das áreas que só poderiam ser esgotadas, por gravidade, para a rede existente, denominadas áreas encravadas. São elas: parte do Grajaú, Morro da Viúva, Vila Floresta, área disponível do desmonte do morro do Castelo.
1940	O SAEDF implanta rede de esgoto sanitário e respectiva estação de tratamento para os bairros da Penha e Olaria.
1940	O SAEDF inicia as obras da ETE Penha (1ª etapa), a primeira de tecnologia “moderna”.
1940-1944	Construção da rede coletora de esgoto sanitário de áreas marginais da Lagoa Rodrigo de Freitas.
24/04/1947	Total de 695.638 m de rede coletora de esgoto sanitário construídos pela <i>City</i> e 5870 poços de visita.
1947	Construção de 30.700 m de coletores de esgoto na Av. Brasil pela DAE.
1949	Construção da 2ª etapa da ETE da Penha.
1949	Construção da rede coletora de esgoto sanitário em Maria da Graça pela DAE.
1950-1952	Construção da rede coletora de esgoto sanitário em Guaratiba, Olaria, Ramos, Maria da Graça e Bonsucesso, pela DAE.
1956	Construção da rede coletora de esgoto da Ilha do Governador pela DAE

Bacias de drenagem sanitária

A Cidade do Rio de Janeiro pertence à sub-bacia Oeste de esgotamento sanitário do estado, constituída, de acordo com a topografia, por três sistemas: Guanabara, onde os efluentes são encaminhados para a Baía de Guanabara e Oceano Atlântico; Jacarepaguá, em que o esgotamento dos efluentes vai para o Oceano Atlântico; e Sepetiba, que lança os esgotos para a Baía de Sepetiba (PDES-RMRJ, 1994).

O **Quadro 8**, apresentado na página seguinte, relaciona, de acordo com o plano diretor, as bacias de esgotamento ou bairros e o tipo de sistema implantado.

Vale ressaltar que após a elaboração do último plano diretor foram executadas diversas obras de ampliação do sistema de esgotamento sanitário, sendo de maior vulto as contempladas pelo Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), pelo Esgotamento Sanitário da Baixada de Jacarepaguá, além da implantação pela PCRJ do sistema *separador* na região do Recreio dos Bandeirantes e em loteamentos em Santa Cruz e em Campo Grande. Nos bairros da Barra da Tijuca e Jacarepaguá, a CEDAE está executando as obras do sistema *separador* de esgotamento sanitário, com lançamento final em emissário submarino, precedido da *Estação de Tratamento da Barra*. Na região do Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande e Vargem Pequena, a Secretaria Municipal de Obras, através

da Fundação Rio-Águas, está implantando o sistema *separador*, contemplando coleta, transporte e tratamento secundário.

Quadro 8. Bacias de esgotamento sanitário da Cidade do Rio de Janeiro.

Sistema	Bacia de Esgotamento Sanitário	Sub-bacias de Esgotamento Sanitário	Sistema implantado
Guanabara	Zona Norte	Bangu, Acari, Rio das Pedras, Vigário Geral, Irajá, Penha, Timbó Faria, Fundão, Alegria.	Maior parte da área dotada de rede no sistema <i>separador</i> .
	Zona Centro-Norte	São Cristóvão, Catumbi, Mangue, Centro.	
	Zona Sul	Glória, Botafogo, Copacabana, Lagoa, São Conrado.	
	Ilhas	Ilha do Governador e Ilha de Paquetá.	
Jacarepaguá	Bairros: Jacarepaguá, Anil, Gardênia Azul, Curicica, Freguesia, Pechincha, Taquara, Tanque, Praça Seca, Vila Valqueire, Cidade de Deus, Joá, Itanhangá, Barra da Tijuca, Camorim, Vargem Pequena, Vargem Grande, Recreio dos Bandeirantes, Grumari.		Em alguns locais há redes coletoras no sistema <i>separador</i> , mas funcionando isoladamente e com destino final independente.
Sepetiba	Bairros: Paciência, Santa Cruz, Sepetiba, Guaratiba, Barra de Guaratiba, Pedra de Guaratiba, Santíssimo, Campo Grande, Senador Vasconcelos, Inhoaíba, Cosmos.		Quase totalidade da região não conta com rede no sistema <i>separador</i> .

5.3.5. A Questão da Ocupação Urbana

A complexa fenomenologia da ocupação urbana sofre efeitos diretos da dinâmica dos sistemas e serviços de saneamento. Se por um lado, os serviços de esgoto foram historicamente defasados em relação à ocupação e expansão das áreas habitadas; por outro, a implantação de novos serviços de infra-estrutura, principalmente em áreas nobres, mais rentáveis, propiciou a ampliação e intensificação da ocupação.

Desde seus primórdios, a cidade sofreu pela inobservância de normas elementares de urbanismo que garantissem um crescimento ordenado. A urbe ia se expandindo e levava consigo o problema da falta de saneamento. A situação se agravou com a chegada da Família Real, em 1808. O impacto foi sentido imediatamente com o incremento de 15.000 pessoas, em uma cidade que não possuía mais de 50.000 habitantes (Abreu, 1992; Chalhoub, 1996).

A inesperada chegada dos novos moradores gerou sérios problemas habitacionais, pois em menos de duas décadas, a cidade vê sua população duplicar, ultrapassando os 100.000 habitantes em 1821.

Com o aumento do fluxo de imigrantes portugueses, o crescimento de alforrias e a posterior abolição da escravatura com grande migração de ex-escravos das decadentes fazendas de café do Vale do Paraíba para a cidade, já no início do século XX, a população do Rio de Janeiro chegava a quase 1 milhão de habitantes.

Nos aspectos arquitetônicos e urbanísticos, desenvolveram-se no país cidades com arquitetura barroca, porém com traçados medievais. Grandes aglomerações na área central, potencializadas pela nascente especulação imobiliária próxima à zona portuária, geraram a partir das décadas de 1850 e 1860 (Chalhoub, 1996), o aparecimento de quarteirões delimitados por ruas estreitas e sem curvas, sem hierarquização de vias e zoneamento, agregando cortiços: pequenas habitações úmidas, com pouca circulação de ar e iluminação, sem unidades sanitárias individuais, mas coletivas, carentes de hábitos e padrões higiênicos. Casarões antigos eram divididos em inúmeros cubículos alugados a famílias inteiras, de forma improvisada, em precárias condições sanitárias, caracterizando ambientes completamente insalubres. Essas moradias abrigavam a maior parcela da população pobre da cidade e possuíam características tão diversas quanto suas denominações: cortiços, sobrados, estalagens, casa de cômodos, palafitas, mocambos, zungas, freges, barracos, etc. Desde esta época, a política pública já privilegiava a integridade e o conforto das classes abastadas, deixando a grande maioria da população vulnerável a péssimas condições sanitária e ambiental, com trágicas conseqüências à saúde pública.

As **Figuras 32a e 32b**, a seguir, mostram aspectos dos cortiços que se multiplicavam pelo centro da cidade.

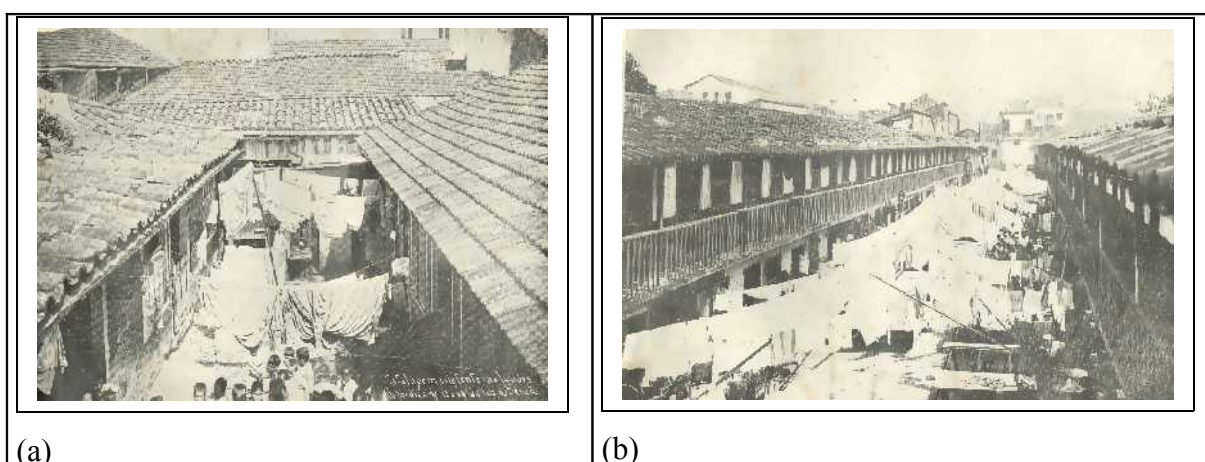


Figura 32. Cortiços nos fundos dos prédios nº 12 a 44 da rua do Senado (Augusto Malta, 27/03/1906. AGCRJ).

Em 1930, com o modelo econômico-social urbano industrial adotado, veio o processo de metropolização, a instalação dos primeiros parques industriais e os surtos migratórios a eles associados. Este aumento populacional era, sob o ponto de vista da economia capitalista, necessário para a disponibilização de mão-de-obra barata com excedente de desempregados, a fim de compor mão-de-obra reserva, sem a retaguarda dos serviços de infra-estrutura.

A explosão demográfica na cidade se deu, na década de 1950, com o ciclo de industrialização do país; e na década de 1970, com a consolidação das indústrias de base, com grandes projetos de infra-estrutura urbana, período conhecido como “Milagre Brasileiro”.

O Brasil, até então predominantemente rural, reverteu esse quadro a partir de meados da década de 1960 (Rezende & Heller, 2002). Segundo censo do IBGE (2000), atualmente a concentração da população urbana corresponde a 81,1%.

No início dos anos 70, o Brasil contrapunha aos impactos ambientais decorrentes do progresso desenfreado e da exploração irracional dos recursos naturais, a retórica abordada pelos países do primeiro mundo que sugeria uma “face humana do progresso” (Saneamento n. 38, 1970). Entretanto, o que vigorava na prática era a visão utilitarista de “ordenação da natureza” a favor da viabilização do progresso, em que obras descomedidas de canalização, diques e pôlders possibilitavam a ocupação urbana e o prodigioso crescimento econômico.

A instalação de indústrias na orla da Baía de Guanabara estava na ordem do dia. Enquanto isso, o problema da poluição era na prática postergado para um futuro indefinido: “(...) cujo índice de poluição pelos despejos industriais, já se constitui num outro problema que doravante (grifo nosso), o DNOS vai enfrentar” (Saneamento n. 38, 1970).

As **Tabelas 2 e 3**, apresentadas na página seguinte, demonstram o crescimento populacional da cidade do Rio de Janeiro, do século XVI até 1950, no primeiro; e o crescimento com as respectivas parcelas referentes aos setores sub-normais, de 1950 a 2000, no segundo.

Segundo o IBGE (2000), o processo de favelização na cidade persiste. A população da Cidade do Rio de Janeiro corresponde a 5.851.914 habitantes, sendo 1.092.783 habitantes de setores subnormais³³. No último período intercensitário (1991-2000), a taxa média de crescimento demográfico foi de 0,73% ao ano, mas a taxa dos setores subnormais, 2,4%. Na década anterior foi de 1,91% ao ano e 0,38% ao ano para o resto da cidade.

³³ Entende-se como assentamento sub-normal o assentamento habitacional irregular (mais de 50 unidades habitacionais) - favela, mocambo, palafita e assemelhados - localizado em terrenos de propriedade alheia, pública ou particular, ocupado de forma desordenada e densa, carente de serviços públicos essenciais, inclusive em área de risco ou legalmente protegida (IBGE, 2000).

Tabela 2. Crescimento populacional da Cidade do Rio de Janeiro, 1585-1950.

Ano	População	Ano	População	Ano	População
1585	3.850	1821	112.695	1872	274.972
1710	12.000	1830	124.978	1890	522.651
1750	25.000	1838	137.078	1906	811.443
1760	30.000	1849	266.466	1920	1.157.873
1799	43.376	1856	151.665	1940	1.764.141
1808	60.000	1870	235.381	1950	2.377.451

Fonte: Silva, 2002.

Obs.: 1. Segundo o autor, os dados de 1849 e 1856 são imprecisos, por excesso e por deficiência, respectivamente. Censo realizado em 1849 indicava uma população de 205.906 habitantes (Abreu, 1992);

2. Devido às diversas fontes e a época em que foram determinados, com critérios estatísticos precários, devem ser considerados como valores aproximados.

Tabela 3. Crescimento da população total e subnormal da Cidade do RJ, 1950-2000.

Ano	População total	População do setor subnormal	% da pop. subnormal sobre a total
1950	2.377.451	169.303	7,1
1960	3.281.908	335.063	10,2
1970	4.285.738	554.277	12,9
1980	5.090.790	731.490	14,4
1990	5.480.778	882.483	16,1
2000	5.851.914	1.092.783	18,7

Fonte: FIBGE, Censo Demográfico, 1960/1970/1980/1990/2000
IPLANRIO: 1991, 2000.

O vetor de crescimento da cidade segue o sentido de Jacarepaguá e Barra da Tijuca. As taxas de crescimento nessas regiões foram altas para o setor formal: 1,7% e 6,0% ao ano, respectivamente e ainda mais aceleradas os para setores subnormais, chegando a valores alarmantes de 7,5% e quase 10%, respectivamente. As taxas de crescimento mais elevadas, de até 12,8% ao ano, ocorreram nos setores subnormais das zonas periféricas da Zona Oeste, como Guaratiba, escassamente povoadas até a década de 80. É ali que se concentram hoje os

maiores bolsões de pobreza da cidade, conforme apontam os indicadores de família, do Índice de Desenvolvimento Urbano (IDH³⁴) (Prefeitura, 2002).

O processo de urbanização pautado neste modelo de desenvolvimento econômico induziu nas cidades um crescimento populacional acelerado e desordenado, em nível temporal e espacial, gerando cortiços e favelização, reflexo de políticas de segregação e desigualdade, onde a resultante da falta de disponibilidade para todos é o encrudecimento da miséria, um dos fatores mais degradantes às cidades e seus serviços de infra-estrutura urbana.

A **Figura 33**, apresentada na página seguinte, indica a distribuição das áreas favelizadas na Cidade do Rio de Janeiro.

Na época dos cortiços, para a classe dominante, era necessário “sanear” a cidade com o controle das habitações insalubres, principalmente as da classe operária, que eram consideradas focos de doenças “perigosas”, inclusive socialmente (Benchimol, 1990; Chalhoub, 1996; Zaluar, 1999). Destaca-se a administração do prefeito Barata Ribeiro que, em 1883, empreendeu verdadeira guerra aos cortiços, dentre os quais, o célebre “Cabeça de Porco”, localizado nas faldas do morro da Providência e que abrigava cerca de 2.000 pessoas. Após sua violenta remoção, não restou outra opção aos moradores senão ocupar o morro contíguo, aproveitando-se, inclusive, dos restos da demolição para a construção de seus barracos.

³⁴ O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi criado originalmente para medir o nível de desenvolvimento humano dos países e posteriormente passou a ser utilizado para os municípios (IDH-M), com adaptações para as condições de núcleos sociais menores. O índice é resultado da combinação de indicadores de condições de saúde e sobrevivência, acesso ao conhecimento e acesso a recursos monetários, variando de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total).

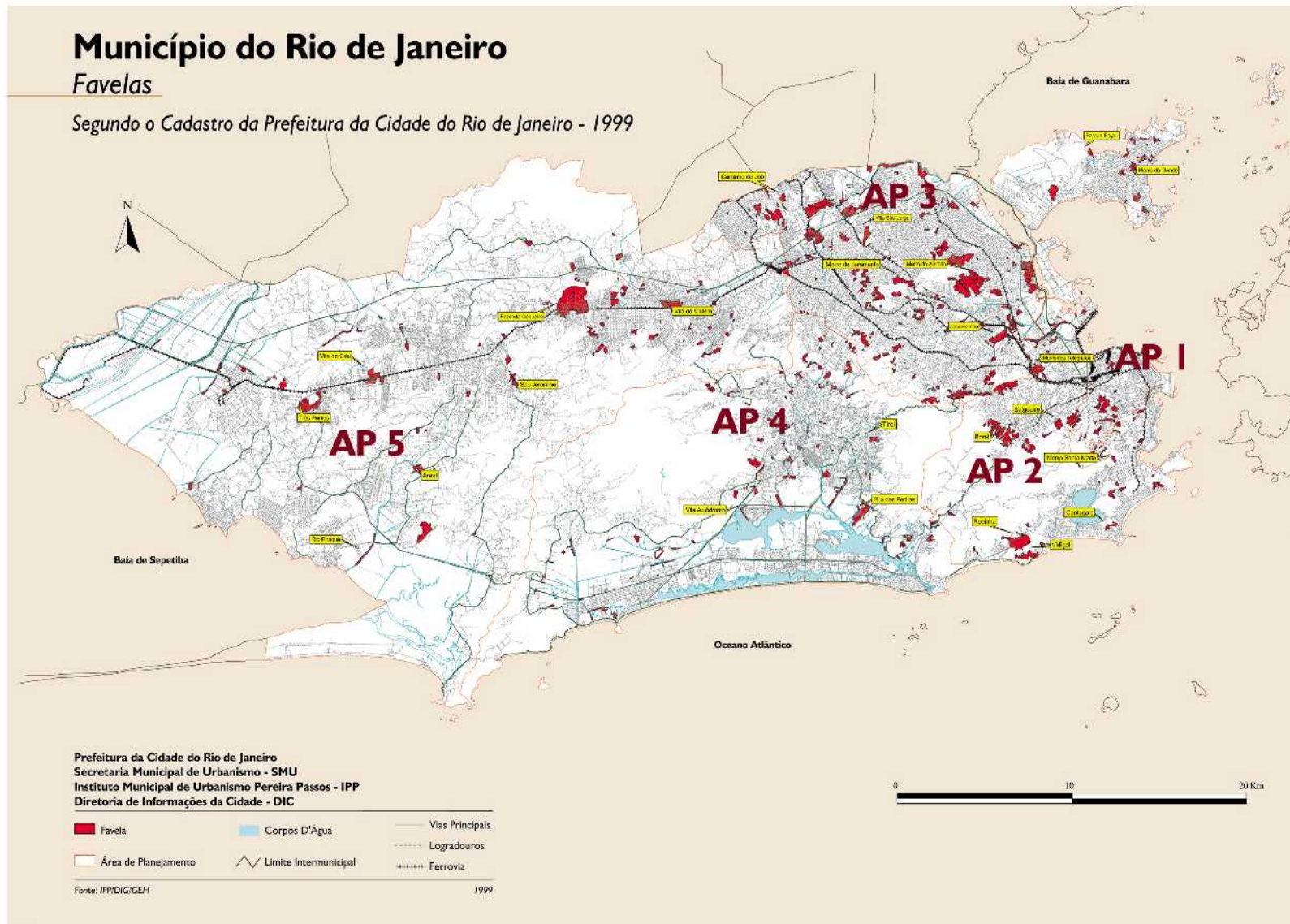


Figura 33. Distribuição das áreas favelizadas na Cidade do Rio de Janeiro em 1999 (Anuário Estatístico da Cidade do RJ - 1998).

Segundo censo realizado em 1890 (PCRJ, 2002), moravam cerca de 100.000 habitantes em cortiços, o que correspondia a aproximadamente 1/4 da população carioca. As favelas tiveram origem na ocupação dos morros de Santo Antônio e da Providência, sendo aquele provavelmente o primeiro a abrigar barracos no Rio de Janeiro (Marins. In: Sevcenko, 1998). Na **Figura 34**, abaixo, verificam-se os barracos localizados no morro de Santo Antônio.

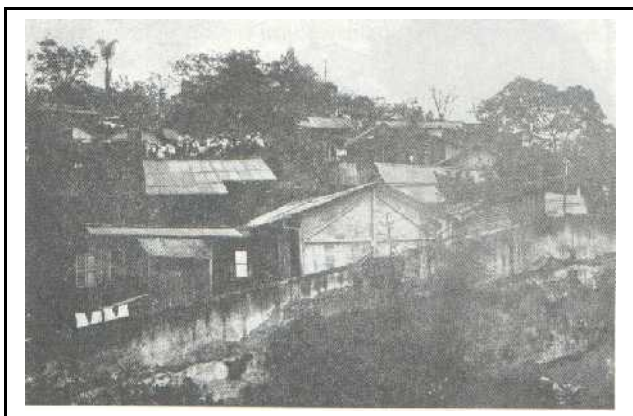


Figura 34. Favela do morro de Santo Antônio (Fotos: Augusto Malta, s.d.).

Posteriormente, as autoridades conceberam um plano visando promover, simultaneamente, a modernização do porto e o saneamento na cidade, bem como sua urbanização. Para dirigir estas ações foram nomeados, pelo presidente Rodrigues Alves, no período de 1902 a 1906: o engenheiro urbanista Pereira Passos, prefeito; o engenheiro Lauro Muller, para os portos; e o médico sanitarista Oswaldo Cruz, dotados de plenos poderes para realizar a remodelação. Pereira Passos já havia participado em 1875, do primeiro relatório da *Comissão de Melhoramentos da Cidade do Rio de Janeiro*, (Reis, 1977 apud Abreu, 1997), primeiro plano conjunto da cidade, que definia melhoramentos na área central, tais como:

alargamento e retificação de várias ruas e abertura de novas praças e ruas com o fim de melhorar suas condições higiênicas e facilitar a circulação entre seus diversos pontos dando, ao mesmo tempo, mais beleza e harmonia às suas construções (devendo as ruas e praças ficar) dispostas de modo que a ventilação das casas e o escoamento das águas pluviais sejam feitos com facilidade.

O discurso da modernidade que dava suporte à *Reforma Passos*, calcado no racionalismo e na destruição da velha ordem, acabou por permitir uma concepção apolítica do poder, como se este pudesse ser reduzido à administração técnica das coisas (Gomes, 2001). A fundamentação positivista desta concepção justificou as autoritárias intervenções e perseguição às classes populares, sumariamente despejadas sem nenhuma alternativa de moradia, indo ocupar as encostas dos morros, velhos prédios na área central ou transferindo-

se para subúrbios longínquos. A tentativa descuidada de eliminar algumas contradições gerou outras ainda mais graves. A população marginalizada que procura se fixar nas grandes cidades à procura de novas oportunidades, tende a ser expelida para periferia ou a invadir áreas de preservação fixando-se em áreas de baixo valor imobiliário, carentes de infra-estrutura urbana, ou em áreas de risco³⁵, à revelia das normas de ocupação urbanísticas vigentes, desviando e captando recursos clandestinamente e remodelando os usos e espaços segundo suas demandas específicas. Este quadro mostra a dificuldade de se manter a qualidade ambiental dos espaços públicos e moradias, tanto nas comunidades carentes quanto nas áreas nobres.

A distribuição dos investimentos em infra-estrutura na cidade é produto de uma complicada disputa entre os vários agentes produtores e consumidores. O assentamento subnormal, setor tradicionalmente associado às favelas foi, ao longo da história do Rio de Janeiro, considerado um componente indesejável na estrutura urbana. As políticas de governo eram predominantemente voltadas para sua erradicação, nas áreas próximas à cidade "formal", principalmente aquelas de alto valor imobiliário.

Esta visão, presente no final do século XIX, perpetuou-se nas décadas seguintes, inclusive no plano urbanístico, como o *Plano Agache*, do final da década de 20. O *Código de Obras* da cidade de 1937 entendia a favela como habitação ilegal, que por isso mesmo, não devia constar do mapa da cidade (Burgos. In: Zaluar, 1999). Nos anos 40, a favela começa a se mostrar um importante núcleo de oposição política e o Estado passa a repensar sua proposta em relação a ela. Surgiram alguns projetos para o melhoramento das moradias e condições higiênicas dos morros, prevenindo-se assim a ocorrência de epidemias nos bairros da cidade "formal". Ainda nessa década, surgem os parques proletários, que deveriam ser ocupações provisórias de reeducação social e higiênica, com manutenção das relações de vizinhanças. Entretanto, ocorre a favelização destes parques, pela precariedade das instalações, concebidas como provisórias, e a posterior remoção, quando da valorização imobiliária, de áreas como: Gávea, Leblon, com a transferência das famílias para conjuntos habitacionais (FAPERJ, 2002).

As **Figuras 35a e 35b**, apresentadas na página seguinte, ilustram os aspectos construtivos dos parques proletários, caracterizando-os enquanto habitações provisórias.

³⁵ Segundo Regulamento Operacional Habitat – BID, áreas de risco são aquelas que uma ou mais das seguintes condições: terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações; aterrados com material nocivo à saúde pública; insalubres; com declividades acentuadas que exijam obras especiais para implantação segura de edificações; sob a influência das linhas de alta tensão, rodovias, ferrovias e dutos; sujeitas a deslizamentos, sujeitos a índices de poluição que impeçam a habitabilidade e salubridade ou; que apresentem conformação geológica e risco natural que desaconselhe a ocupação humana.

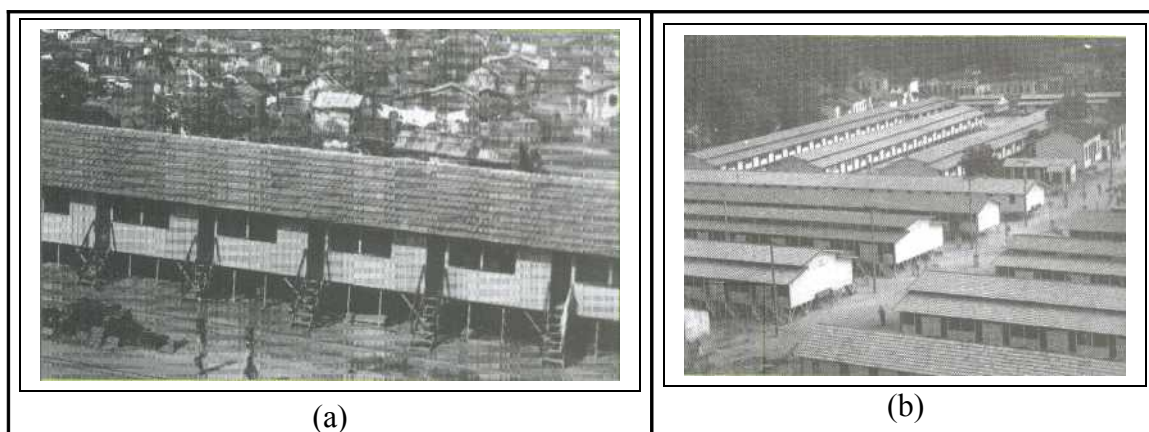


Figura 35. Aspectos dos parques proletários (FAPERJ, 2002).

O deslocamento das áreas industriais da cidade para os subúrbios descentralizou as fontes de emprego, como também a ocupação do espaço urbano. A falta de infra-estrutura, de serviços básicos urbanos e de condições para pagar o transporte fazia com que grande parcela do proletariado não conseguisse se fixar nos subúrbios, espalhando-se pelos bairros próximos ao Centro (Abreu, 1988).

Ainda em 1946, a prefeitura e a Arquidiocese do Rio de Janeiro negociaram a criação da Fundação Leão XIII, dedicada à assistência material e moral dos habitantes dos morros e favelas da cidade - dentro de um contexto pós-guerra e de disputa ideológica da guerra-fria. De 1947 e 1954, a Leão XIII estendeu sua atuação a 34 favelas, implantando em algumas delas serviços básicos como água, esgoto, luz e redes viárias, e mantendo centros sociais (Burgos. In: Zaluar, 1999). Em 1956, o governo municipal cria o Serviço de Recuperação de Favelas e Habitações Anti-Higiênicas (SERFHA), a fim de dar apoio a Fundação Leão XIII, com a Cruzada São Sebastião (órgão também ligado a Igreja, criado em 1955). A proposta era o próprio morador dar solução para seus problemas, com apoio e orientação destes órgãos. Definiram-se lideranças locais que pudessem ser treinadas e organizaram-se as associações de moradores e trabalhos de educação comunitária (Valla, 1986 apud Cohen, 2000).

Nas **Figuras 36a e 36b**, apresentadas na próxima página, verifica-se a alta densidade populacional da favela da Rocinha, já nas décadas de 50 e 60.



Figura 36. Favela da Rocinha nas décadas de 50 e 60 (a) Varal de lembranças. (b) Correio da Manhã, Arquivo Nacional. Viva Rio: www.favelatemmemoria.com.br.

Nos anos 60 e 70, a política de remoção foi retomada, com a criação da Companhia de Habitação Popular (COHAB) e dos conjuntos habitacionais, que misturavam pessoas egressas de diferentes localidades, substituindo a rede de vizinhança procedente das favelas e até mesmo dos parques proletários, pela rede da violência.

A **Figura 37**, a seguir, apresenta o conjunto habitacional Vila Kennedy, que junto com o Aliança e Esperança e o Cidade de Deus foram construídos entre 1962 e 1965, com financiamento norte-americano (USAID).

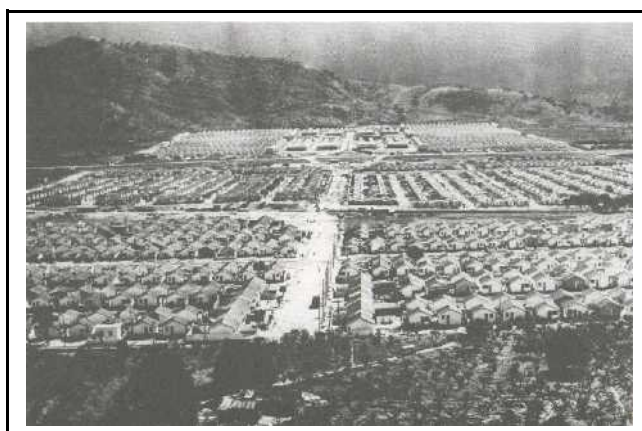


Figura 37. Conjunto habitacional Vila Kennedy (AGCRJ/P428).

No período de 1968-1975, foram removidas cerca de 100 mil pessoas, tendo sido destruídas cerca de 60 favelas (Burgos, In: Zaluar, 1999). Estas operações, superficiais frente à complexidade da questão, não conseguiram os efeitos previstos, retroalimentando o crescimento das favelas e trazendo grandes desgastes políticos. As limitações e resistências ao “remocionismo” foram compreendidas pelo poder público em processo de democratização, que, ao voltar à questão das favelas em 1979, através do governo federal, optou por um programa de urbanização, o Promorar. A atuação pioneira se deu no Rio de Janeiro, com o Projeto Rio, que alcançou seis favelas na área do Complexo da Maré. Nas décadas seguintes, o eixo da problematização seria a integração das favelas à cidade (Burgos, In: Zaluar, 1999).

Em 1980, a Igreja Católica rearticula-se com a Federação das Favelas do Rio de Janeiro (FAFERJ) para elaborar planos e solucionar problemas dos moradores (Cohen, s.d.).

É nesta contextualização que a cidade passou pela implantação de programas de saneamento para áreas mais carentes. Em 1980, a CEDAE começa a viabilizar contratos de saneamento, basicamente obras de coleta de esgoto e distribuição de águas. Em julho de 1983, inicia-se o Programa de Favelas da CEDAE (PROFACE), que englobava sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, além de atuações paralelas de coleta de lixo, iluminação pública e regularização de propriedades. Antes deste programa as ações limitavam-se praticamente a instalar bicas d'água nestas comunidades. Segundo levantamento realizado pela prefeitura no início dos anos 80, apenas 1% das 364 favelas cadastradas eram servidas por rede oficial de esgoto sanitário completo; 6% dispunham parcialmente do serviço; 6% possuíam rede de abastecimento de água total e 13%, rede de água parcial de água com caráter oficial; e em 92% das localidades, a única forma de esgotamento pluvial era a drenagem natural pelo terreno. A coleta de lixo só foi considerada suficiente em cerca de 17% das áreas faveladas (Burgos. In: Zaluar, 1999).

O PROSANEAR, lançado em 1985, tinha como objetivo precípua estender o escopo dos serviços de saneamento (abastecimento de água, coleta e/ou tratamento de esgotos e investimentos complementares em microdrenagem, afastamento de resíduos sólidos e instalação de ligação intradomiciliares), às populações urbanas de baixa renda. Neste programa procurou-se a implantação de componentes sócio-comunitários, como a mobilização, articulação e educação sanitária e ambiental, além da tecnologia de baixo custo através da implantação do “não-convencional” sistema condominial (subitem 5.3.3.). Cynamon (1986) adverte que as soluções para comunidades carentes devem ser simples, de baixo custo, conquanto que atinjam aos objetivos propostos.

Em 1992, o Plano Diretor da Cidade consolida a idéia de um programa global de integração das favelas à cidade, que viria a nortear posteriormente a política habitacional proposta pelo Grupo Executivo de Assentamentos Populares (GEAP), com sete programas, dentre os quais, o Favela-Bairro (500 a 2.500 domicílios) e seu similar, o Bairrinho (100 a 500 núcleos familiares), ora em execução pela PCRJ. Criados a partir de 1994, como parte das ações da Secretaria Municipal de Habitação, que assume a responsabilidade pública de estender a áreas, padrões de urbanização que propiciem sua integração à dinâmica funcional e vital da cidade “formal”.

As principais ações para integrar as áreas favelizadas ao tecido urbano são: complementar ou construir a estrutura urbana principal; oferecer condições ambientais para a leitura das favelas como um bairro da cidade; introduzir os valores urbanísticos da cidade

formal como signos de sua identificação como bairro: ruas, praças, mobiliário e serviços públicos; consolidar a inserção das favelas no processo de planejamento da cidade; implementar ações de caráter social, incorporando outras dimensões ao programa, como: creches, programas de geração de renda e capacitação profissional, atividades esportivas, culturais, de lazer e promover a regularização fundiária e urbanística. A metodologia adotada para caracterização das áreas de atuação foi a elaboração de matrizes de carências.

De acordo com a legislação urbana prescrita nos planos diretores, nas áreas localizadas em cotas superiores a (+100m), bem como nas margens de rios, de lagoas e da baía, não são permitidas ocupações, não havendo indicações urbanísticas. Portanto, as ocupações clandestinas nestas áreas se dão de forma desordenada, sem nenhuma orientação do poder público. Em tese, 27% do território do município está sob proteção e ocorre que nem todas as Unidades de Conservação Ambiental (UCA)³⁶ se acham implantadas (realidade que se pode generalizar tanto para o Estado quanto para o resto do país). Muitas dessas áreas, embora tenham o estatuto legal da proteção, ainda não tem plano de manejo nem contam com medidas mínimas que garantam sua integridade contra caça, extração ilegal de madeira e plantas, incêndios e invasões (Prefeitura, 2001, n.9).

A ocupação de áreas inadequadas é, muitas vezes, quer sob a ótica ambiental, quer sob o ponto de vista da prestação dos serviços de saneamento, um dificultador à universalização do atendimento e à proteção dos espaços naturais. Esse cenário indica a estreita relação existente entre a gestão do saneamento ambiental e a política de uso e ocupação do solo urbano, cujo principal instrumento é a legislação urbanística municipal.

No intenso processo de metropolização sofrido no país, espaços públicos e privados passaram a se fundir a contragosto das intenções normativas, não apenas nas ruas e na configuração heterogênea dos bairros, mas nos avanços sobre os mananciais - fontes para pias, chuveiros e vasos sanitários das cidades. Sem a compreensão de sua complexidade, é inviabilizado qualquer projeto de controle das formas de moradia (incluindo suas instalações sanitárias) nas grandes capitais e suas vizinhanças. A difícil previsibilidade da estrutura de crescimento da cidade do Rio de Janeiro compromete os projetos e sistemas de saneamento já implantados. Esta dificuldade já vem sendo sentida há algum tempo. Segundo a *Revista de Engenharia do Estado da Guanabara* (1965):

³⁶ O município do Rio de Janeiro possui cerca de 100 áreas protegidas. São UCA, remanescentes de vegetação que, por seus atributos ecológicos, apresentam um estatuto especial de uso e ocupação do solo e manejo dos seus ecossistemas naturais. As áreas protegidas são classificadas segundo categorias que correspondem aos distintos objetivos da proteção: parques, reservas biológicas, estações ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental (APA). Além dessas, o município ainda conta com as Áreas de Proteção Ambiental e Recuperação Urbana (APARU) e as Áreas de Proteção ao Ambiente Cultural (APAC), criadas por orientação do Plano Diretor da Cidade - que define a destinação de uso das várias partes da cidade e que orienta os investimentos públicos.

(...) sérios problemas surgiram, com relação aos métodos a serem adotados para o projeto dos sistemas de esgotos sanitários. Um dos mais graves residiu na dificuldade de previsão correta do crescimento populacional do antigo Distrito Federal, crescimento esse de grande intensidade, desordenado, e, até certo ponto, realmente imprevisível (...).

Nas áreas de ocupação irregular, as redes coletoras são implantadas pela CEDAE, pela comunidade formalmente organizada para tal (“mutirão”) ou ainda, diretamente pelos próprios moradores, agrupando diversas características. Assim, principalmente nas favelas, não é garantido o atendimento à totalidade da população, pois inúmeras ligações domiciliares irregulares são feitas à margem do sistema de drenagem pluvial.

Os assentamentos subnormais, devido às condições físicas específicas verificadas, tanto nas áreas elevadas como em regiões inundáveis, tornam-se complexos e oneram em muito os custos de implantação das redes de esgotos sanitários, estendendo-se também para a operação e a manutenção dos sistemas de saneamento já implantados. Destacam-se:

- ❑ Geomorfológicas: altas declividades com velocidade de escoamento excessiva nas áreas altas. Nas áreas planas, profundidade excessiva da rede coletora, havendo em alguns casos, necessidade de elevatórias;
- ❑ Geológicas: afloramento rochoso e transporte de solo (instabilidade do recobrimento das tubulações) nas áreas altas e pouca capacidade de suporte, aterros irregulares e influência do lençol freático nas áreas baixas;
- ❑ Altimetria: transporte difícil e oneroso de materiais, artefatos e equipamentos;
- ❑ Densidade populacional: excesso de habitações com elevadas taxas de ocupação domiciliar resultando em altas vazões e muitas interferências;
- ❑ Ocupação desordenada: loteamentos de geometria irregular, ruas estreitas, travessias e servidões com alta tortuosidade, resultando em dificuldades de acesso às moradias e adjacências, inclusive pelas tubulações e órgãos acessórios dos sistemas de esgotos;
- ❑ Limites de propriedade: ausência de regulamentação quanto à propriedade do solo, gerando indefinições entre os limites das áreas privadas e os das disponíveis aos serviços públicos, ocasionando sua redução;
- ❑ Instabilidade: delimitações espaciais em mutação acelerada, comprometendo a vida útil das estruturas implantadas;
- ❑ Padrões habitacionais: precárias condições de moradia, com instalações hidráulico-sanitárias intradomiciliares e peridomiciliares ausentes ou deficitárias.

No caso de assentamentos irregulares, em terrenos, alagadiços ou sujeitos a inundações, sem infra-estrutura e sem possibilidade de escoamento dos resíduos, tais como o entorno da Baía de Guanabara e margens dos rios e lagoas, as condições sanitárias são ainda mais críticas, pois os vetores e agentes patogênicos mantêm contato direto e permanente com os moradores. As **Figuras 38, 39a e 39b**, apresentadas a seguir, mostram um pouco das condições de vida dos moradores do Complexo da Maré e de Vigário Geral, às margens da Baía de Guanabara.



Figura 38. Comunidade Salsa e Merengue, Complexo da Maré (Foto: Sandra Delgado, out. 2002).



(a) Crianças em Vigário Geral

(b) Habitações sobre águas poluídas e estagnadas.

Figura 39. Insalubridade em Vigário Geral (Fotos: Dias, A.P., 2001).

Estes aspectos técnicos, associados aos hábitos e costumes condicionados pela baixa renda, merecem aprofundamento no sentido de possibilitar novas proposições quanto à coleta dos esgotos sanitários e pluviais provenientes destas áreas a fim de se evitarem ligações

irregulares de esgoto sanitário pela falta de rede coletora ou da interligação com o resto do sistema da cidade, subsistema de coleta ou tratamento (obra de retaguarda). É imprescindível que sejam realizados estudos no sentido de se avaliarem os resultados e as condições operacionais dos sistemas de esgotos implantados pelos programas descritos anteriormente, avaliando também as atuais condições dos sistemas convencional e condominial implantados, caracterizando as ligações clandestinas, as *soluções atípicas* implantadas, como as *estruturas de captação de tempo seco*, abordadas no subitem # 6.3.2.; analisando a viabilidade das alternativas ao sistema separador e mensurando seus impactos, além de avaliar até que ponto as intervenções de saneamento possibilitariam o controle da expansão nestas áreas. Somente desta forma, poder-se-ão estabelecer bases seguras para a implantação de novos programas de saneamento nas comunidades carentes.

A justificativa de proteção epidemiológica, tanto em comunidades carentes como em “não carentes”, obedece ao princípio de *alcance e controle* estabelecido por Cynamon (1975), conforme descrito no subitem # 3.4.2. Este princípio ratifica as justificativas sanitária e ambiental das intervenções nessas áreas.

A ausência ou a precariedade de um serviço em um determinado sítio repercute diretamente sobre a gestão do sistema como um todo, na cidade. Áreas favelizadas são, em muitos casos, exemplos às avessas da inter-relação entre os sistemas de saneamento. A tese de que os problemas operacionais dos sistemas de saneamento da cidade advêm exclusivamente das dificuldades provenientes das comunidades carentes, deve levar em conta que as más condições dos serviços de infra-estrutura urbana, em geral de responsabilidade do poder público, é que são diretamente agravadas na operação, manutenção e conservação dos sistemas nas favelas, pelo simples fato de estarem espacialmente inseridas na cidade e de não serem levadas em conta às especificidades e necessidades de cada sítio, sendo também uma justificativa de operacionalidade dos sistemas.

A afirmação de que sobrecargas, problemas de entupimento e obstrução no sistema de esgotamento sanitário são causados em grande parte pelas favelas é facilmente contestada, inclusive pelos próprios moradores, uma vez verificada ausência de manutenção preventiva, imprescindível à sua adequada operacionalidade. Na maioria dos casos, as intervenções de manutenção corretivas são pontuais, não resolvendo os problemas nas suas origens nem na completa extensão de suas conseqüências. Problemas específicos requerem soluções adequadas. Áreas de esgotamento próximas à orla marítima, por exemplo, receberão grande aporte de areia.

A necessidade de maior aporte de recursos para um programa de saneamento ambiental nas comunidades carentes, contemplando suas especificidades técnicas e sócio-

ambientais requer projetos que levem em conta o ponto de vista da comunidade. Nestas intervenções torna-se imperativa a consolidação de um corpo técnico com experiência acumulada. Essas considerações são necessárias à sustentabilidade e longevidade das obras de engenharia. Para Cynamon (1984):

O esforço que deve ser necessariamente organizado com a participação dos solidários tem que ter como fundamento o estudo de caso, por caso e em cada caso o estudo de uma solução global, para o mesmo. O estudo envolve dialogo com a população, programação urbana, abrigo, acesso, infra-estrutura de saneamento, de energia, comunicação, lazer, etc. Executando-se as parcelas na base de um plano global e na medida das possibilidades.

Nas áreas favelizadas e em loteamentos irregulares ou clandestinos concentram-se alguns problemas “urbano-epidemiológicos” da cidade. Situações coletivas de desequilíbrios agudos, ambientais e sociais, resultantes do processo histórico de reprodução das desigualdades. As condições habitacionais ideais são aquelas que atendem às funções técnicas, sanitárias, sócio-culturais, físicas e psíquicas das populações.

O problema do crescimento desordenado, sem infra-estrutura adequada, persiste e se avoluma, segundo Passos (2002), atualmente existem mais de 600 favelas no estado. Entretanto, a forma de lidar com essas comunidades vem mudando significativamente. Os programas sociais de saneamento nas comunidades carentes vêm caminhando pelo ângulo dos direitos sociais, pretendendo oferecer condições ambientais de leitura da favela como bairro, incorporando-a à cidade e priorizando, quando necessária, a relocação, para áreas próximas, o mínimo de famílias - ao invés de removê-las para locais distantes. Propõe-se o reassentamento em novas áreas compensadas por benfeitorias, quando isto não for possível, o que representa um amadurecimento na abordagem da questão.

Dialeticamente, a mudança de paradigma nos programas de saneamento pode estar se dando exatamente nas condições mais complexas, desprovidas da maioria dos serviços de infra-estrutura e de ações sociais, que são as comunidades carentes. Seu aparente estado de desordem obedece a uma ordenação própria que exige uma leitura mais atenta. Em verdade esta desordenação representa uma estratégia de sobrevivência. A ampliação do escopo dos programas, tanto no âmbito dos sistemas de saneamento quanto nos serviços públicos em geral, através de trabalhos de assistência técnica e educação ambiental, estreita o contato com os moradores das comunidades.

Segundo Informe Geral (BRASIL, 1999) do Programa de Assistência Técnica ao Programa de Saneamento Básico para População de Baixa Renda³⁷ (PAT-Prosaneat), em fase

³⁷ Modalidade do Pró-Saneamento, programa da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano (SEDU) do Governo Federal, que visa promover melhoria das condições de saúde e da qualidade de vida, tendo como beneficiárias famílias com rendimentos de até 12 salários mínimos, por meio de ações de saneamento, integradas

de concepção, propõe-se o desenvolvimento do *Projeto de Saneamento Integrado (PSI)*, de um *Plano de Desenvolvimento Local Integrado (PDLI)* e de outras ações que venham a ser definidas durante o desenvolvimento do programa, a ser implementado no Estado do RJ.

O PSI abrange a elaboração de projetos executivos de sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, afastamento de resíduos sólidos, microdrenagem e contenção de encostas, incorporação de aspectos técnicos e ambientais da área, além de levantamento sócio-econômico da população. Os projetos devem valer-se de metodologias participativas, por meio das quais se desenvolva um processo dinâmico de interação entre a população beneficiada e os agentes envolvidos, objetivando a convergência das demandas sociais, sanitárias e ambientais, com a adoção de soluções tecnicamente viáveis.

O PDLI, a ser desenvolvido pelas prefeituras das cidades selecionadas, constitui-se de um planejamento para a área de intervenção contemplada com o PAT-PROSANEAR, cujo objetivo geral é definir ações e intervenções necessárias ao desenvolvimento integrado, buscando os mecanismos para sua viabilização, além de estabelecer estratégias para a recuperação de áreas urbanas degradadas.

No PDLI são identificadas as ações necessárias à preservação ambiental, à regularização fundiária, à ordenação do uso e ocupação do solo e à execução de projetos articulados que promovam a melhoria das condições habitacionais, de infra-estrutura e de ampliação da qualidade e cobertura dos serviços sociais e de apoio ao desenvolvimento comunitário.

Um grave problema nas comunidades carentes cariocas é a alta mobilidade dos moradores causada pela mobilidade das fontes de renda (subemprego). A marginalidade nas comunidades carentes é um dos maiores entraves à participação comunitária e à ampliação e continuidade das intervenções que exigem a permanente presença do poder público.

Nas tendências de crescimento devem ser avaliadas as correlações entre a implantação dos sistemas de infra-estrutura, regularização fundiária e tributária e outras intervenções. O controle urbano deve ser garantido no sentido de ordenar os espaços, garantir mínimas condições de habitação e promover a proteção ambiental. Essa medida só será justificável e eficaz caso haja uma política de reversão do enorme déficit habitacional e de inversão do fluxo migratório para área rural.

O poder público, inclusive o Judiciário, tem sido historicamente ágil em fazer respeitar o princípio da propriedade privada, impedindo a ocupação de terrenos particulares, ainda que desocupados, que não estejam em áreas de risco. Por outro lado, a mesma agilidade não tem sido demonstrada quando se trata de criar mecanismos que impeçam a especulação

e articuladas com outras políticas setoriais.

imobiliária em terrenos ociosos situados em locais apropriados para edificações, nem tampouco em impedir a ocupação de áreas públicas de risco, como são as margens de rios (Kelman & Magalhães, 1997).

O espaço urbano se constitui como condicionador e condicionante das transformações econômicas, sociais e políticas. O déficit habitacional da cidade, em contradição com o expressivo número de áreas e imóveis abandonados e depreciados, no país e no município do Rio de Janeiro, em particular na própria região do Centro da cidade, demonstra a ineficiência da política habitacional, o que alimenta permanentemente o processo de favelização. De forma mais genérica, a raiz da dificuldade no Brasil e no Rio de Janeiro, que se traduz em problema urbano, é a distribuição de riqueza e poder.

As construções irregulares, suas precárias instalações sanitárias, inclusive com ligações irregulares no sistema pluvial ou diretamente no solo (“valas negras”), tendem a aumentar, uma vez que não é sinalizada alternativa de assentamento residencial legalizado, com apoio técnico e regularidade na ocupação do solo.

O grande desafio é a incorporação, não somente das favelas, mas também de seus moradores, à cidade e ao campo, para que não haja a constante reprodução de moradias inseguras, precárias e insalubres em áreas de risco, de proteção ambiental ou onde não é tecnicamente possível construir sistemas de esgotos sanitários. Para Cynamon (1984), há casos em que o estudo global pode indicar a conveniência de uma erradicação de uma área carente e sua transferência para outro sítio, diante da inviabilidade de uma solução no mesmo.

As áreas favelizadas, carentes dos sistemas e serviços públicos, representam um contraste teórico-metodológico que reflete o distanciamento entre práticas de arquitetura e engenharia e as experiências executadas no local. A solução técnica para este fenômeno tem que partir de uma equação interdisciplinar, onde haja integração e articulação de vários pontos de vista e intervenções. Esta equação deve envolver sanitaristas, engenheiros, arquitetos, médicos, enfermeiros, pedagogos, assistentes sociais, sociólogos, antropólogos, psicólogos e os outros profissionais da área de saúde pública.

6. INTERCONEXÃO ENTRE OS SISTEMAS DE ESGOTOS

“Se formos relatar em 30 minutos a história da Humanidade guardando a proporcionalidade cronológica, gastaríamos 29 minutos e 51 segundos nos referindo aos grupos que colhiam e caçavam, um pouco mais de 8 segundos descrevendo a sociedade agrícola e apenas uma fração de segundo dedicados aos problemas do mundo industrializado” (Pointing).

6.1. Introdução

Na Cidade do Rio de Janeiro, a grandiosidade da escala dos sistemas de saneamento implantados, a falta de recursos necessárias à sua gestão adequada, além das dificuldades decorrentes das alternativas tecnológicas adotadas associadas às especificidades da cidade, resultou em enorme complexidade e vulnerabilidade. Ao longo do processo de urbanização, inúmeras dificuldades de operacionalização dos sistemas de esgotamento sanitário e pluvial se acumularam. Neste cenário, marcado por problemas sanitários e ambientais - surtos epidêmicos e permanência de *valas negras*, principalmente na Zona Oeste, Baixada de Jacarepaguá, subúrbios e comunidades carentes - é necessária uma reflexão sobre as formas de controle da poluição urbana vigentes, suas tendências e alternativas.

As precárias condições de operação, manutenção e conservação dos sistemas de saneamento que possuem origens longínquas comprometem a qualidade final dos serviços. O aporte de esgoto sanitário se dá praticamente na totalidade dos corpos hídricos da cidade e sob diversas formas. Dentre as principais limitações técnicas dos sistemas de esgotos, destaca-se a interconexão - situação indesejável de lançamento de efluentes sanitários no sistema de drenagem pluvial, e vice-versa - que, por sua extensão e intensidade, torna os sistemas extremamente vulneráveis. A contaminação dos sistemas de drenagem pluvial e de seus corpos receptores lesa os ecossistemas e submete as populações a riscos epidemiológicos.

Apesar do sistema *separador absoluto* ser estabelecido legalmente para todo o território nacional, grande parcela do sistema de drenagem pluvial da cidade recebe, de forma ilegal e clandestina, despejos de origem doméstica e industrial. Segundo termo de referência do Plano Diretor de Drenagem, elaborado pela Rio-Águas (PCRJ, 1999), apenas 35% da área física do município é dotada, de fato, pelo sistema *separador absoluto*. No restante da área, na maior parte da Zona Oeste e da Baixada de Jacarepaguá, funciona o sistema de captação unitário, onde os esgotos são coletados pelas galerias de águas pluviais e lançados diretamente no meio natural.

A interconexão entre os sistemas de esgotos é uma das principais fontes de poluição dos corpos receptores nas cidades brasileiras, entretanto na maioria das vezes é negligenciada pelas concessionárias e pelo poder público. Em sentido inverso, a introdução, durante as chuvas, de quantidade significativa de contribuição indevida às redes coletoras de esgoto sanitário, compromete sua capacidade hidráulica original, incorpora resíduos comumente encontrados nas águas pluviais (areia, galhos, lixo e folhas), acarretando diversos problemas operacionais.

É urgente a adoção de medidas que minimizem esta dinâmica de poluição. Algumas soluções estão sendo implementadas, contudo de forma ainda precária e não prioritária, sem a necessária avaliação sistêmica de alternativas e resultados. É esta temática que será enfocada a seguir.

6.2. Os “Canais de Esgotos”

6.2.1. Caracterização das Coleções Hídricas na Cidade do Rio de Janeiro

A cidade conta com um sistema hídrico, que inclui cerca de 250 rios e canais, complexos sistemas lagunares, dos quais fazem parte a Lagoa Rodrigo de Freitas e as lagoas da Baixada de Jacarepaguá. Estas constituem os corpos receptores dos rios e córregos dos maciços da Tijuca e da Pedra Branca até o oceano. Em sua extensa costa litorânea (86 km), limitada à leste pela Baía de Guanabara, a oeste pela Baía de Sepetiba e ao sul pelo Oceano Atlântico, encontram-se 72 praias (Prefeitura, 2001, v.9).

Os rios cariocas caracterizam-se por modesto volume d’água, sinuosidade dos cursos, ausência de direção dominante e dificuldades de escoamento devido aos percursos de extensas áreas planas e com baixas cotas. Essas características, associadas a um regime pluvial tropical com chuvas intensas no verão, tornam os rios suscetíveis a transbordamentos, a enchentes periódicas e alagamentos permanentes em certas áreas, intensificados nos períodos de aumento dos níveis de maré. No período de estiagem reduz-se consideravelmente sua vazão. Em sua maioria, são canalizados, retificados e cobertos por ruas e avenidas (Prefeitura, 2001, v.9).

O Rio de Janeiro passou toda sua história realizando grandes esforços na luta pela água. Já afirmava Coaracy (1965): “*desde as suas origens foi sempre o Rio de Janeiro uma cidade com sede*”. Diversas obras de ampliação foram implementadas tentando resolver problemas distintos, relacionados aos componentes do sistema de abastecimento público - captação, adução, tratamento, reservação e distribuição.

A população carioca aproveitou-se, no curso de sua história, de diversos mananciais locais, agrupados, segundo Silva (1988), nos seguintes sistemas:

- Santa Tereza: Carioca, Lagoinha, Paineiras;

- Tijuca: Maracanã, São João, Trapicheiros, Andaraí, Cascatinha, Gávea Pequena;
- Gávea: Chácara da Bica, Piaçava, Cabeças, Macacos;
- Jacarepaguá: Três Rios, Rio Grande, Covanca, Camorim;
- Campo Grande: Mendanha, Cabuçu, Quininha, Batalha;
- Guaratiba: Taxas, Andorinhas.

Dentre eles, o rio Carioca, enquanto primeiro manancial superficial, desempenhou função estratégica para a cidade durante longo tempo, sendo um marco natural da cidade. Segue **Anexo**, o trabalho que faz uma síntese de sua relevância na história da cidade e da importância de sua recuperação ambiental.

Frente ao crescimento de demandas, associado ao avanço do processo de desmatamento, poluição e devido à sua pouca capacidade de abastecimento, gradualmente estas coleções hídricas deixaram de servir como mananciais. Ainda no governo imperial, em 1870, a solução adotada foi a captação em mananciais cada vez mais distantes (Telles, 1984). A partir daí, os antigos mananciais, já comprometidos com o processo de poluição, passaram a ser lembrados somente por ocasião das inundações que acometiam a cidade.

A Cidade do Rio de Janeiro é constituída por áreas de grande vulnerabilidade ecológica, devido à sua susceptibilidade à erosão e enchentes. A expansão urbana potencializa os riscos, pois deflagra sistemática degradação ambiental com continuado parcelamento do solo, desmatamento e asfaltamento, que agravam a grande fragilidade estrutural do seu ambiente natural (Prefeitura, 2001, v.9).

A **Tabela 4**, apresentada na página seguinte, relaciona os principais rios da cidade com as respectivas vertentes, desembocaduras e extensões. A **Figura 40** subsequente corresponde ao mapa hidrográfico da Cidade do Rio de Janeiro, elaborado pela Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA), em 1996.

Tabela 4. Principais rios cariocas.

Nome do rio	Localização		Extensão (Km)
	Vertente	Desembocadura	
Itaguaí	Serra do Gericinó	Baía de Sepetiba	35.000
Meriti ⁽¹⁾	Realengo	Baía de Guanabara	25.500
Cabuçu ⁽²⁾	Morro da Pedra Branca	Baía de Sepetiba	22.500
Guandu do Sapé	Morro do Guandu	Rio Itaguaí	19.500
Caieira	Morro do Pau da Fome	Lagoa Camorim	18.000
Fundo	Morro do Quilombo	Lagoa Camorim	15.000
Pavuna	Sítio do Retiro	Rio Meriti	13.500

Portinho	Serra do Caboclo	Canal da Barra de Guaratiba	11.200
Faria	Serra do Inácio Dias	Baía de Guanabara	10.500
Cachorros	Serra do Lameirão	Rio Itaguaí	10.000
Porta d'Água	Serra da Tijuca	Lagoa Camorim	10.000
Maracanã	Alto da Boa Vista	Canal do Mangue	9.500
Timbó	Serra do Inácio Dias	Rio Faria	8.500
Cachoeira	Pico do Papagaio	Lagoa Camorim	8.000
Pedra	Serra do Inácio Dias	Rio Itaguaí	10.000
Joana	Excelsior (Tijuca)	Canal do Mangue	6.600
Jacaré	Serra do Mateus	Rio Faria	6.600
Afonso	Serra da Barata	Rio Meriti	6.200
Covanca	Serra do Inácio Dias	Rio Taquara	6.000
Trapicheiro	Serra da Carioca	Rio Maracanã	5.700
Caldereiros	Serra da Barata	Rio Meriti	5.500
Escorremão	Morro da Carioca	Baía de Guanabara	5.000
Vargem Grande	Serra de Santa Bárbara	Pântano de Sernambetiba	5.000
Valqueire	Morro do Valqueire	Rio Meriti	5.000
Bangu	Serra do Bangu	Rio Sarapuí	5.000
Comprido	Serra da Lagoinha	Canal do Mangue	4.600
Piraraquara	Serra da Barata	Rio Meriti	4.500
Carioca	Serra da Carioca	Baía de Guanabara	4.300
Macacos	Vista Chinesa	Lagoa Rodrigo de Freitas	4.000
Rainha	Morro do Cóchrane	Lagoa Rodrigo de Freitas	4.000
Taquara	Morro da Taquara	Rio Cachoeira	4.000
Viegas	Serra do Bangu	Rio Sarapuí	3.700
Sarapuí	Campo Grande	Baía de Guanabara	3.500
Morto	Morro do Sacarrão	Pântano de Sernambetiba	3.000
Cabeças	Morro das Paineiras	Lagoa Rodrigo de Freitas	3.000
Vargem Pequena	Morro do Sacarrão	Pântano de Sernambetiba	3.000
Irajá	Brás de Pina	Baía de Guanabara	3.000
Itapuca	Santana de Itapuca	Baía de Guaratiba	3.000
Picarão	Campo do Eng. de Fora	Baía de Sepetiba	2.700
Lapidários	Vale da Gávea	Oceano Atlântico	2.500
João Correia	Santana de Itapuca	Baía de Guaratiba	2.200
São João do Carmo	Santana de Itapuca	Baía de Guaratiba	2.100

Fonte: Ottoni Netto, 2000.

Obs.: (1) É denominado São João de Meriti depois de receber o rio Pavuna;

(2) Tem a denominação de Cabuçu, em Campo Grande, e a de Piraquê, mais a jusante, em Guaratiba. Pode ser chamado por ambos os nomes.

Município do Rio de Janeiro

Hidrografia

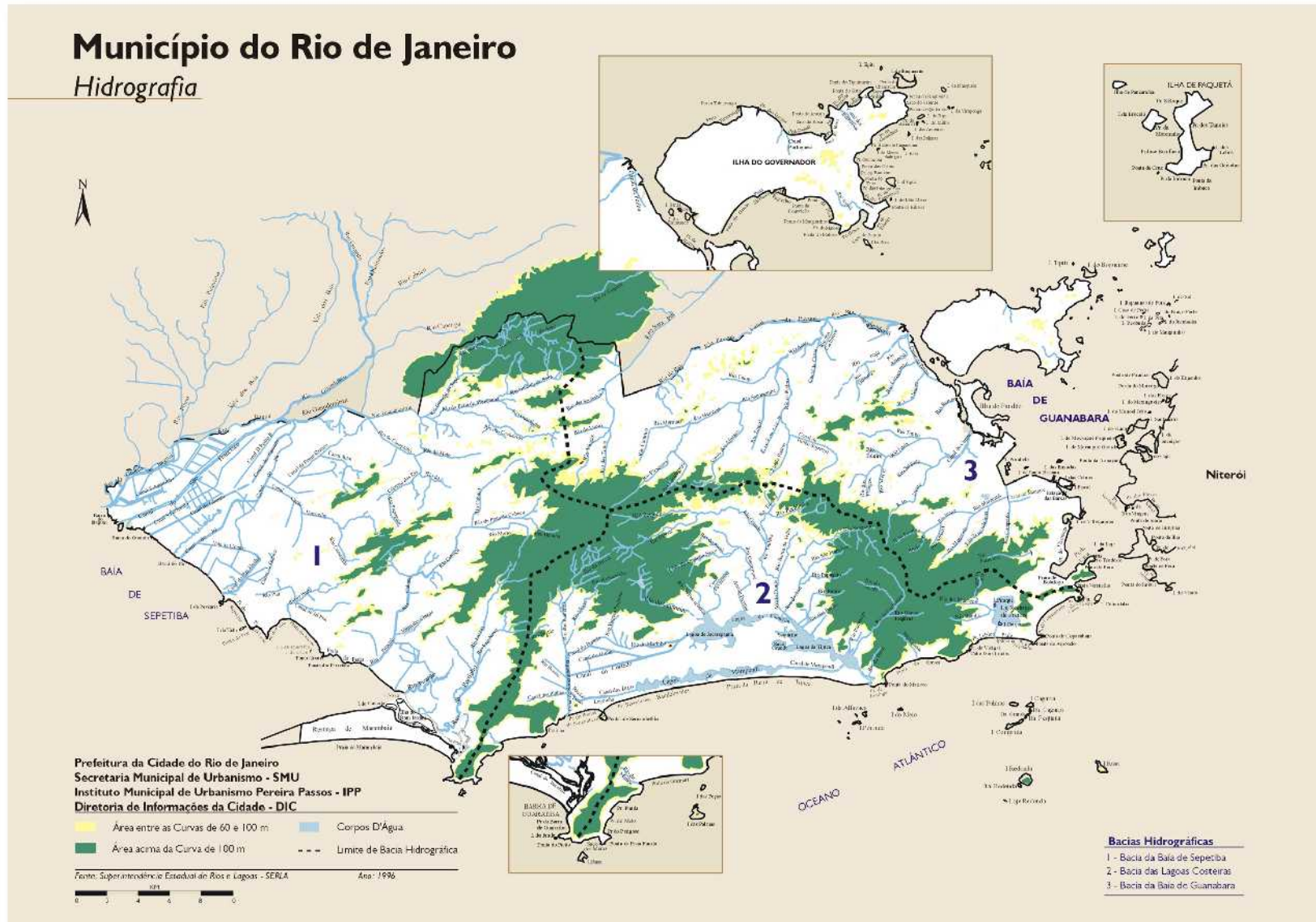


Figura 40. Mapa Hidrográfico da Cidade do Rio de Janeiro (Anuário Estatístico da Cidade do RJ - 1998).

6.2.2. Degradação Ambiental dos Corpos Hídricos

“Canal de esgoto” - no sentido de conduto de esgotos sanitário e industrial - tem sido a denominação comum adotada pela população do Rio de Janeiro, para designar rios, canais e córregos que atravessam sua cidade, e que, como tal, deveriam ser reconhecidos. Diante das evidências torna-se difícil para qualquer especialista desfazer tal confusão e discriminar as causas que culminaram no atual estado de degradação ambiental.

A alta densidade na urbanização gera inevitavelmente impactos ambientais³⁸ sobre os recursos naturais. Contudo, os impactos nas bacias hidrográficas são mais resultantes do uso perdulário de seus recursos do que do aproveitamento das riquezas naturais nela disponíveis. A forma como se deu a metropolização da cidade - sem planejamento urbano e preocupação com os ecossistemas - potencializou os impactos ambientais negativos sobre as bacias hidrográficas. Dentre as ações deletérias às coleções hídricas destacam-se:

- ❑ Lançamento de esgotos sanitários;
- ❑ Lançamento de efluentes não domésticos (industriais, hospitalares, postos, etc.);
- ❑ Lançamento de fertilizantes e pesticidas provenientes de atividades agropecuárias;
- ❑ Impermeabilização dos solos;
- ❑ Vazadouro de resíduos sólidos, incluindo flutuantes;
- ❑ Carreamento de sedimentos, nutrientes, húmus do solo, derivados de petróleo e resíduos sólidos para a calha dos rios através do escoamento superficial;
- ❑ Aterros, autorizados e clandestinos;
- ❑ Subtração do leito e das áreas de várzea para incorporação às funções urbanas;
- ❑ Descaracterização das condições naturais, através de desvios e canalizações do leito;
- ❑ Ocupação desordenada das margens;
- ❑ Desmatamento;
- ❑ Assoreamento;
- ❑ Extração de areia;
- ❑ Poluição atmosférica;
- ❑ Poluição resultante de acidentes ambientais, etc.

³⁸ De acordo com art. 1 da resolução CONAMA nº 20/86, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Sobre o aporte de efluentes (despejos doméstico e industrial) nos corpos hídricos, entende-se que resíduos orgânicos e tóxicos representam fontes de energia exógenas capazes de afetar negativamente os balanços energéticos endógenos, dentro da cadeia alimentar (Adacto Ottoni, 1996). As bacias hidrográficas são sistemas abertos nos quais ocorrem constantes trocas de energia e matéria com o meio. Estas ações podem gerar, dependendo do nível e extensão da poluição, pequenos desequilíbrios energéticos e de materiais, que são assimilados pelas propriedades de autoregulação do sistema expressa na capacidade de diluição e autodepuração dos corpos hídricos.

Os sistemas hídricos, como os sistemas ambientais em geral, absorvem os eventos e impactos em seus fluxos de energia e matéria, desde que não sejam ultrapassados os limiares da resiliência, determinante à persistência das suas relações internas, de forma a permitir o reajuste de seu estado de equilíbrio dinâmico.

A poluição é inversamente proporcional à diversidade biológica e caso ultrapasse as condições de resiliência do ecossistema, ela pode implicar na “morte do rio”, situação em que o déficit de oxigênio, ou os efeitos da toxicidade impedem a sobrevivência da ictiofauna, promovendo desequilíbrio da biota original, que podem incorporar vetores e agentes patogênicos, conforme descrito no subitem # 6.4.2.

Grande parcela dos esgotos sanitários gerados ainda é lançada diretamente nos sistemas de drenagem - rios, canais, galerias de águas pluviais, lagos, lagoas e baías - e nas regiões litorâneas, sem tratamento adequado. Esses efluentes são um dos principais responsáveis pela poluição e contaminação das massas de água em seu curso e desembocaduras (lagoas, baía e orla marítima).

A intensa ocupação e impermeabilização dos solos nas cidades resulta na redução drástica de parcela do deflúvio pluvial referente às águas de infiltração, fazendo com que haja um incremento na parcela referente ao escoamento superficial (“*run off*”). Esta nova configuração urbana, associada à ampliação dos sistemas de abastecimento de água, traz consigo a incapacidade de escoamento de superfície e promove a introdução de coletores subterrâneos - galerias de águas pluviais (GAP) - e a transformação de antigos cursos d’água de leito natural em canais. O aumento da densidade de urbanização e a implantação de novos sistemas de drenagem, totalmente artificiais, descaracterizam a drenagem original.

A transferência das águas de infiltração para as calhas dos rios traduz-se no aumento da possibilidade de enchentes devido ao incremento no volume e na velocidade de escoamento, uma vez que a recarga dos lençóis subterrâneos pelas águas de infiltração e posterior recarga dos cursos d’água se dá de forma mais lenta. Isso gera uma necessidade

progressiva de aumento nas seções e mudanças no revestimento dos sistemas de drenagem urbanos.

Uma vez que realizam, principalmente nas primeiras horas, a lavagem dos logradouros, as águas de chuva representam, com tudo o que arrastam, um elemento de poluição difusa considerável. É íntima sua relação com a gestão dos resíduos sólidos e a conservação dos logradouros.

Para proteção das coleções hídricas e manutenção de suas características naturais, é imprescindível delimitar as suas faixas de proteção visando o disciplinamento das atividades nos mesmos (Mota, 1995). No entanto, estas áreas, de onde são subtraídas grandes extensões, sofrem pressões antrópicas constantes para finalidades diversas como, por exemplo, a ampliação de sistema viário e construções de habitações irregulares, que lançarão inevitavelmente seus efluentes nos corpos hídricos. A poluição dos corpos d'água por resíduos sólidos e líquidos resulta no desprendimento de gases, oriundos destes mesmos efluentes e também daqueles gerados pelo processo de decomposição anaeróbia, traduzindo-se em poluição atmosférica.

Os constantes acidentes com cargas e rejeitos industriais poluidores tornam explícita a vulnerabilidade a que estão sujeitos os corpos d'água localizados próximos às instalações industriais em atividade ou desativadas, em trajetos percorridos por cargas de risco poluidor, bem como nas interseções das rotas de transporte, nas proximidades de rodovias e ferrovias.

Como resposta ao não reconhecimento das bacias hidrográficas enquanto ecossistemas e à falta de integração e planejamento das ações que nelas interferem, as áreas urbanizadas sofrem impactos e lesões ambientais relacionados às enchentes.

A **Figura 41**, a seguir, ilustra um dos momentos das inundações sobre a cidade.

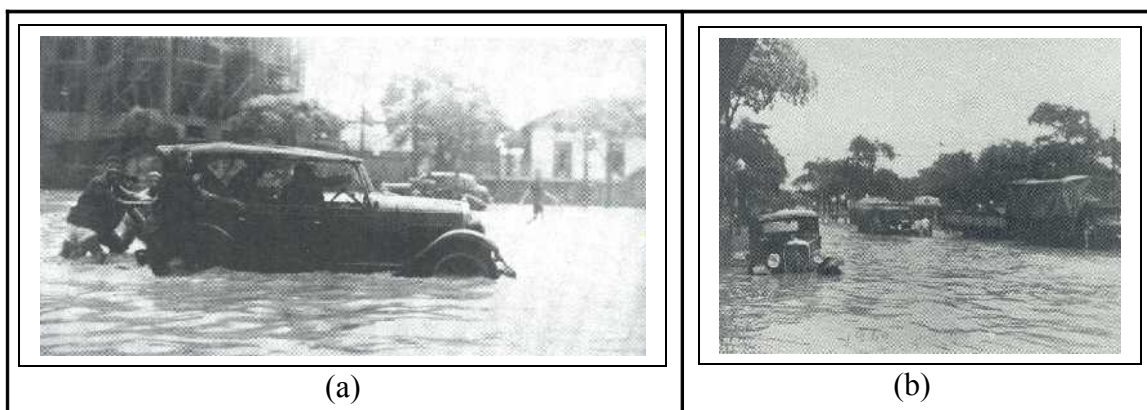


Figura 41. Inundação na Praça da Bandeira em 29 de janeiro de 1940.
(Revista Municipal de Engenharia - jan/dez 1990).

O **Quadro 10**, apresentado nas páginas seguintes, relaciona algumas catástrofes com enchentes vividas pela cidade do Rio de Janeiro, desde tempos imemoriais.

Quadro 9. Episódios pluviais causadores de impactos sócio-ambientais na Cidade do Rio de Janeiro.

Ano	Mês/dia	Pluviosidade	Impacto gerado
1613	----	Total de janeiro: 140mm	Inundação seguida de 96 dias de seca.
1756	4 a 7 de abril	----	Inundação em toda a cidade; desabamento de casas com vítimas.
1811	10 a 17 de fevereiro		Devido à grande violência com que a enxurrada descia do Morro do Castelo, ficou conhecido por <i>Água do Monte</i> . Grande parte do morro desmoronou, fazendo desabar casas e soterrando várias pessoas, com grandes prejuízos materiais.
1906	25 e 26 de janeiro; 17 de março	Total de janeiro: 291mm 97mm de 25 para 26 Total de março: 351mm dos quais 165mm no dia 17	Dois temporais provocaram desmoronamentos nos morros de Santa Teresa, Santo Antônio e Gamboa, soterrando várias pessoas. Houve muitos desabrigados. O Canal do Mangue transbordou, alagando quase toda a cidade. Relatório enviado ao Prefeito Pereira Passos cita a 4ª inundação em 4 meses (dia 17 de março).
1928	26 de fevereiro	Total de fevereiro: 175mm 157mm de 23 a 26	Quatro dias de chuvas contínuas (de 23 a 26) provocaram vários desabamentos de barracos com vítimas fatais nas favelas dos morros do Salgueiro, Pinto, Trapicheiro, São Carlos, Querosene, Mangueira e Santo Antônio. Foi crítica a enchente na Praça da Bandeira, Canal do Mangue, Catete, São Cristóvão, Andaraí, Botafogo e Vila Isabel, onde a água chegou a 1m de altura.
1962	15 e 16 de janeiro	Total de janeiro: 472mm 242mm nos dois dias	Violento temporal se iniciou no dia 15 e atingiu no dia 16 um dos maiores índices de chuva noticiados no Rio, deixando o saldo de 25 mortes e centenas de desabrigados. O Canal do Mangue e o Rio Maracanã transbordaram. A Praça da Bandeira e São Cristóvão foram os bairros mais castigados.
1966	11 de janeiro 27 de março	Total de janeiro: 617mm 237mm só no dia 11 403mm nos dias 11 e 12 111mm no dia 27	O ano de 1966 ficou registrado na memória do carioca como aquele em que ocorreu uma das maiores catástrofes climáticas de sua história. O saldo do violento temporal que caiu durante 4 horas foi de mais de 100 mortes, sobretudo em Copacabana, Catete, Catumbi, Méier e Inhaúma, e milhares de desabrigados. Só na favela da Rocinha mais de 40 barracos foram soterrados, fazendo 30 vítimas. No morro do Pavão o desabamento de 8 barracos matou 11 pessoas, e, no Morro dos Cabritos, 11 barracos foram atingidos, matando 15 pessoas. Em Santa Teresa o desabamento de 10 barracos fez 15 vítimas fatais. Foi decretado estado de calamidade pública.

Quadro 9. Episódios pluviais causadores de impactos sócio-ambientais na Cidade do Rio de Janeiro (Continuação).

Ano	Mês/dia	Pluviosidade	Impacto gerado
1983	20 de março	Total de março: 330mm 126mm só no dia 20	Grande temporal na madrugada provoca transbordamento de rios em Jacarepaguá, deixando várias pessoas desabrigadas. Deslizamentos de terra com desabamento de barracos mataram 5 pessoas. Foram registrados 143 casos de leptospirose, com 44 óbitos.
1985	3 de março 12 de abril	Total de março: 221mm 65mm no dia 3 Total de abril: 148mm Mais de 100mm em Jacarepaguá	O temporal de março deixou o saldo de 23 mortes e 200 desabrigados. O bairro mais atingido com o temporal de abril foi Jacarepaguá pelo transbordamento de rios e canais, inundando o bairro. Foram registrados 119 casos de leptospirose, com 31 óbitos.
1986	7 e 8 de março	Total de março: 183mm 123mm de 7 a 10	Chuvvas concentradas provocaram desabamento de barracos e morte de 12 pessoas, no Estácio, Salgueiro, Catumbi e Rio Comprido. Foram notificados 91 casos de leptospirose, com 26 mortes.
1988	20 de fevereiro	Total de fevereiro: 443mm 127mm no dia 19 151mm nos dias 19 e 20	De 19 a 22 de fevereiro na área urbana do Rio precipitaram-se 384mm de chuva, metade dos quais só na noite de 19 para 20, quando a pluviosidade normal do mês não ultrapassa 130mm. Três episódios de chuva intensa (dias 3, 12 e 20) e 23 dias consecutivos de chuva contribuíram para o desencadeamento da catástrofe. Conseqüências trágicas: casa e edifícios desabaram, ruas submersas na lama e um saldo de 277 mortos, sendo 82 só na cidade do Rio e mais de 12 mil desabrigados. Foi decretado estado de calamidade pública. Foram notificados 303 casos de leptospirose, com 16 mortes e grandes prejuízos materiais por causa da catástrofe.
1992	5 de janeiro	Total de janeiro: 420mm 132mm no dia 5	Forte temporal afetou seriamente os bairros da Zona Norte, matando 7 pessoas.
1996	13 de fevereiro	200mm em apenas 8 horas no dia 13	Uma catástrofe assolou a cidade, castigou impiedosamente as zonas Sul e Oeste, deixando triste saldo de 59 mortes e 1.500 desabrigados, a maioria em Jacarepaguá, em conseqüência de inundações e de 38 deslizamentos de barreira na vertente sul do Maciço da Tijuca.

Fonte: Adaptado de Coelho, In: Guerra & da Cunha, 2000.

Obs. A leptospirose é uma doença infecciosa aguda, toxêmica, potencialmente grave, cuja patogenia resulta de uma vasculite generalizada. Apresenta letalidade em torno de 10 a 20% do número de casos.

Os processos de poluição e os impactos ambientais podem gerar efeitos cumulativos³⁹ e sinérgicos⁴⁰ nos componentes do ecossistema da bacia hidrográfica: as águas de superfície, as águas subterrâneas e o solo.

No estágio atual, as funções ecológicas dos ambientes naturais afetados pela poluição estão bastante deterioradas pela hipertrofia da função depuradora. Embora a cidade do Rio de Janeiro apresente alto índice de cobertura de rede de esgoto sanitário, o sistema não impede a poluição do sistema de drenagem pluvial da cidade.

Segundo o *Plano Diretor - Meio Ambiente* (PCRJ, 2000), a situação de esgotamento sanitário da cidade apresenta-se caótica. Os parâmetros tóxicos da poluição química proveniente das indústrias que lançam efluentes em corpos hídricos são monitorados pela FEEMA em vinte e cinco rios, e, destes, nove apresentam-se saturados, treze em vias de saturação e apenas três encontram-se ainda não saturados.

O relatório de *Qualidade da Água da Baía de Guanabara -1990/1997* afirma que, em relação aos rios da bacia da Baía de Guanabara, os que atravessam as áreas mais densamente povoadas são verdadeiras “canalizações de esgoto” a céu aberto, recebendo grandes contribuições de despejos industriais e lixo. Nesta situação, estão incluídos os afluentes da costa oeste da baía, que vão do Canal do Mangue ao Canal de Sarapuí. Estes rios são utilizados basicamente para diluição de despejos, embora o uso que lhes seja recomendado seja o de manutenção da harmonia paisagística e estética.

Para o PDES-RMRJ (1994), a influência da contribuição por esgotos nestas bacias é enorme, pois do ponto de vista de correntes e da topografia seus rios deságuam em uma área desfavorável da baía. Em linhas gerais, a maior parte dos rios que deságuam diretamente na Baía de Guanabara encontra-se em situação crítica ou de transição (critério detalhado na Tabela 6, do item # 7.2.1.). Os esgotos domésticos e industriais não coletados são as principais causas da degradação ambiental dos corpos hídricos (PDES-RMRJ, 1994).

Segundo o endereço eletrônico oficial da FEEMA (2002) a bacia da Lagoa Rodrigo de Freitas: “é circundada por uma área altamente urbanizada que propicia a chegada às suas águas, por meio dos rios tributários, de carga poluidora considerável, embora exista rede de esgotamento sanitário”. Também é significativa a contribuição das galerias de águas pluviais contaminadas que deságuam na lagoa. Desde o século passado, a Lagoa Rodrigo de Freitas mostra evidências de colapso, com periódicas mortandades de peixes e crescimento exagerado de vegetação (PCRJ, v.9, 2001). Não obstante, a implantação das galerias de cintura e o

³⁹ Efeito cumulativo é quando o impacto ambiental aumenta em intensidade de ação por sucessivas adições ao longo do tempo sem perda ou eliminação correspondente.

⁴⁰ Efeito sinérgico é quando o impacto ambiental ocorre simultaneamente a outros impactos concorrentes gerando um terceiro efeito.

Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas de Praias e Lagoas, implantado desde 1995 pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (PCRJ, 1998) vêm propiciando a redução do aporte de esgoto sanitário nesta laguna.

Para a Baía de Sepetiba, dirigem-se os rios que recebem os esgotos sanitários e industriais dos municípios de Itaguaí, Mangaratiba, Paracambi, Nova Iguaçu (parte) e Rio de Janeiro (Santa Cruz e Campo Grande). Segundo a FEEMA, os dados obtidos no monitoramento sistemático dos rios da baixada da bacia da Baía de Sepetiba permitem concluir que a falta de infra-estrutura de esgotamento sanitário é responsável pela situação crítica de degradação dos corpos d'água da região.

Os principais processos envolvidos na degradação da bacia são: a erosão das vertentes e dos solos motivada pelos desmatamentos, o assoreamento das redes de drenagens e a poluição dos corpos hídricos por cargas industriais e domésticas. Entre todas as formas de poluição, a mais crítica é a decorrente da ausência de infra-estruturas de esgoto em praticamente toda a região. A Baía de Sepetiba recebe, anualmente, um aporte estimado de 1,2 milhão de metros cúbicos de sedimentos através dos rios (PCRJ, v.9, 2001).

As bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu, apesar de fornecer o suprimento de água para população superior a 8.000.000 de habitantes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro são vítimas de um intenso processo de degradação ambiental, sem a adequada infra-estrutura de saneamento básico.

É crítica a situação dos rios Poços, Queimados e Ipiranga, que deságuam no rio Guandu, formando uma espécie de lagoa, imediatamente a montante da tomada d'água da CEDAE. A bacia do rio dos Poços apresenta uma área de drenagem de cerca de 123km² até a confluência com o rio Queimados. Recebe os esgotos das localidades de Engenheiro Pedreira e Jardim Marajoara. O rio Queimados drena uma bacia com área aproximada de 48km² e recebe, além dos esgotos de áreas populosas dos distritos de Queimados e Austin, os efluentes industriais de Queimados, constituindo-se no corpo hídrico mais poluído da região. O rio Ipiranga, com área de drenagem de 47km², recebe os efluentes das localidades de Cabuçu, Jardim Laranjeira e Parque Ipiranga. Apesar do somatório de suas contribuições normais não exceder a 3 m³/s, esses afluentes, atravessam hoje, núcleos urbanos cada vez mais populosos, que despejam em suas águas expressivas quantidades de esgoto e de lixo urbano (Gomes, 2001).

Os resultados do monitoramento do rio Paraíba do Sul mostram que sua contaminação está acima dos padrões nacionais instituídos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) para manganês, cádmio, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes e fosfato, além da baixa concentração de oxigênio dissolvido (OD). Todos os seus afluentes

monitorados apresentam padrões para DBO, coliformes e compostos fosfatados acima dos níveis permitidos (PCRJ, v.9, 2001).

De acordo com o *Relatório de Desenvolvimento Humano do Rio de Janeiro Meio Ambiente e Sustentabilidade* (PCRJ, 2001), as lagunas do município têm insuficiente renovação das águas, tanto por características intrínsecas quanto pela drenagem dos rios e das águas pluviais poluídas, em cujas galerias foram feitas ligações clandestinas para escoamento de esgotos. Especialmente na última década, a ocupação acelerada da Baixada de Jacarepaguá acarretou o lançamento de grandes volumes de cargas poluidoras no sistema lagunar. Quando há proximidade de comunidades de baixa renda (caso da Lagoinha), aos esgotos adicionam-se os resíduos sólidos domésticos. Em Marapendi, o esgotamento é apenas residencial (dos grandes condomínios), ao passo que em outras se agregam os efluentes industriais (Tijuca, Camorim e Jacarepaguá).

Quanto à qualidade da água das praias, relatórios da FEEMA (2003) apontam, desde 1975, frequência de impropriedade para banho em todas as enseadas localizadas no continente, como é os casos das praias de Ramos, Urca, Botafogo, Ilha do Governador e outras.

De uma maneira geral, as praias de mar aberto têm bons índices de balneabilidade, exceto após dias chuvosos e no entorno dos pontos dos deságües dos canais e rios poluídos. A impropriedade para banho devido à poluição acarreta sérios prejuízos às atividades turísticas e de recreação.

Pelo exposto, conclui-se que a denominação - “*canal de esgoto*” - inicialmente apresentada é, sob o ponto de vista técnico, inconsistente. Entretanto, a magnitude da poluição das coleções hídricas é tão intensa na cidade do Rio de Janeiro que acaba por justificar esta correlação.

6.3. Estruturas e Condições Operacionais das Interconexões

6.3.1. Origens

Persistem uma série de estruturas e condições de operação que indicam o alto grau de interconexão entre os sistemas de esgoto sanitário e de drenagem pluvial, o que contribui com a degradação ambiental e a vulnerabilidade desses sistemas de saneamento.

De acordo com a concepção estabelecida para o sistema *separador absoluto*, conforme descrito no subitem # 5.3.3., os esgotos sanitários e pluviais devem ser coletados e transportados em sistemas distintos, não devendo existir comunicação entre eles, salvo exceção para extravasores que, devidamente projetados, entram em operação eventualmente

em condições específicas e provisórias. Não obstante, a realidade de muitas cidades brasileiras tem sido a conjugação informal e muitas vezes ilegal, de ambos os sistemas.

O problema das interconexões é antigo e acompanha a cidade desde a implantação dos primeiros sistemas de esgotamento coletivos, conforme pode ser observado no capítulo # 5. Ao longo da evolução dos sistemas de esgotos do Rio de Janeiro, em diversos momentos foi recomendada sua eliminação. Segundo a Revista de Engenharia (1965):

(...) sem falar nas ligações indevidas de esgotos pluviais à rede de esgotos sanitários e reciprocamente, de águas servidas à rede de esgotos pluviais, fato que, infelizmente, ocorre em qualquer parte do mundo (...).

No artigo *Qualidade das águas - eutrofização* (Revista Saneamento, 1976), conclui-se que o controle e a regularização dos cursos d'água não devem ser apenas quantitativos, mas também qualitativos, tendo-se em vista a real integração dos recursos hídricos e considerando que a qualidade das águas deve ser mantida dentro dos padrões mínimos que possibilitam seus usos múltiplos e legítimos. Propõe-se, dentre outras sugestões “*melhorar os dispositivos e os órgãos das redes de águas pluviais com o objetivo de torná-las eficientes como sistemas, realmente, separadores absolutos*”.

O primeiro Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da RMRJ e Área Contribuinte à Baía de Guanabara, de 1978 (I SANERIO) relata que os rios estavam com suas respectivas capacidades de autodepuração esgotadas porque vinham recebendo há muito tempo despejos domésticos e industriais. Ressalta a necessidade de eliminação destas poluições, recuperação das condições de autodepuração destas águas e de planejamento para sua multiutilização, que poderá, até mesmo, incluir a recepção de despejos de esgotos domésticos (Silva, 2002).

A vulnerabilidade dos sistemas de esgotos provocada pelos extravasores já era criticada por Silva (1983):

Os sistemas de esgoto, quanto mais necessitarem de dispositivos de emergência - extravasores - que lancem esgotos sem tratamento em ambientes que o próprio sistema visa proteger, menos confiável ele será. A consagração de falhas nos sistemas de esgotos em áreas da zona sul, como a coleta de esgoto sanitário pelo sistema de drenagem pluvial resultou em soluções de precária confiabilidade.

Relatórios da CEDAE focalizam o problema dos extravasores e dão conta do precário funcionamento das redes de esgotos das bacias da Zona Sul, Centro e da Zona Norte (Silva, 2002). Este autor identifica, em relatório de 1980-1982, que as redes de esgotos de Tijuca e São Cristóvão possuíam 76 extravasores. Em relatório de 1991, a mesma bacia possuía mais de 80 extravasores de esgotos para as galerias de águas pluviais.

O levantamento dos planos, programas e projetos do Poder Público Estadual, identificados a partir de 1984 pela auditoria da Lagoa Rodrigo de Freitas (COPPETEC, 2001), concluiu que quase a totalidade dos planos de governo reconhece a insuficiência e/ou inadequação da infra-estrutura de saneamento do Estado. Entretanto, as ações efetivadas até o momento não foram suficientes para reverter este quadro. No Plano Plurianual de Governo 1992/1995, foi abordada a questão das condições sanitárias e ambientais das praias oceânicas e interiores do Estado, apontando a necessidade de outra intervenção: o remanejamento e a interligação das redes de esgotamento sanitário da Zona Sul do Rio de Janeiro ao interceptor oceânico de Ipanema, bem como a correção do destino final dos esgotos domésticos contribuintes à rede de águas pluviais por ligações clandestinas.

O Plano Diretor Decenal da Cidade do Rio de Janeiro, instituído pela Lei Complementar nº16, de 04 de Junho de 1992, apresenta no capítulo IV, que trata da Política de Serviços Públicos e Equipamentos Urbanos, o Programa de Esgotamento Sanitário como um destes serviços (COPPETEC, 2001). Sobre as interconexões, propõe:

(...) eliminação gradual, conforme definido em plano de trabalho, das conexões existentes entre os sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem (...) exigência de tratamento que garanta a proteção da saúde humana e dos ecossistemas para o lançamento de esgotos sanitários nos corpos hídricos receptores, assim considerados os cursos d'água que em seu estado natural recebem esgoto sanitário.

Através de convênio estabelecido entre a Faculdade de Engenharia da UERJ e a CEDAE, o trabalho de inspeção de campo para levantamento cadastral do sistema de esgotamento sanitário, realizado pela equipe de estagiários de engenharia, identificou cerca de 750 (setecentos e cinqüenta) ligações prediais irregulares, somente em parte da área da Ilha do Governador, conforme noticiado em publicação oficial (CEDAE, 2003).

De acordo com o documento *Componentes para Propostas de Ação do PDBG-II*, (CEDAE, 1997):

(...) Houve um momento, no entanto, em que a rede de esgotos sanitários da cidade entrou em colapso total. Os planos de ocupação foram modificados, começaram a surgir edifícios onde antes existiam casas e a rede não mais comportou os acréscimos de vazão, sendo necessário adotar-se soluções extremas. Extravases foram abertos para as galerias de águas pluviais, a fim de evitar que os esgotos sanitários jorrassem pelas ruas. E na orla da Baía essas galerias desembocam em suas águas, poluindo-as. Além disso, no caso particular da Zona Sul e parte do Centro, o esgoto que a rede comportava, através da Elevatória de Botafogo, era lançado no Costão do Pão de Açúcar e nas fases de maré enchente retornava para dentro da Baía de Guanabara (...).

A interconexão entre os sistemas de esgoto sanitário e a drenagem pluvial dá-se através das seguintes possibilidades:

- ❑ Ligação das instalações prediais de esgoto sanitário nas instalações de águas pluvias internas dos imóveis e loteamentos;
- ❑ Ligação das instalações prediais de águas pluviais nos sistemas prediais de esgotos sanitários dentro dos imóveis e loteamentos;
- ❑ Lançamento de esgoto sanitário no sistema de drenagem através de ligações prediais irregulares;
- ❑ Lançamento de águas pluviais na rede coletora de esgoto sanitário através de ligações prediais irregulares;
- ❑ Extravasores da rede de esgoto sanitário sobre o sistema de drenagem e vice versa;
- ❑ Lançamento final de trechos da rede coletora de esgoto sanitário no sistema de drenagem;
- ❑ Lançamento final de trechos das galerias de águas pluviais na rede de esgoto sanitário.

Diversas circunstâncias podem ser classificadas como causa ou efeito destas interconexões, inclusive alternando-se ciclicamente nesta relação, de forma cumulativa e sinérgica. As principais estão identificadas a seguir, sem hierarquia de importância.

- ❑ Regiões sem sistema público de esgotamento sanitário;
- ❑ Reminiscências de sistemas antigos: *separador parcial ou unitário*;
- ❑ Defasagem na implantação e ampliação das etapas dos componentes do sistema;
- ❑ Prorrogação da utilização de componentes obsoletos do sistema;
- ❑ Falta de prioridade aos serviços de operação, manutenção e conservação;
- ❑ Modelo de urbanização e falta de planejamento urbano;
- ❑ Dificuldades na fiscalização de obras;
- ❑ Descontrole sobre as ligações prediais irregulares;
- ❑ Custos na implantação das ligações prediais;
- ❑ Instalações prediais inadequadas;
- ❑ Tratamento ineficaz;
- ❑ Aspectos culturais e educativos;
- ❑ Adoção de estruturas atípicas do sistema *separador absoluto*.

A primeira e mais evidente forma de aporte de esgoto sanitário no sistema de drenagem pluvial está nas áreas que ainda não dispõem de sistema público de coleta e

transporte deste efluente. Mesmo com o alto índice de atendimento de coleta de esgoto na cidade as coleções hídricas que passam por áreas desprovidas destes serviços ficam comprometidas, principalmente quando as bacias apresentam alta densidade populacional ou intensa atividade industrial. A solução individual de construção de tanques sépticos⁴¹ precedente ao lançamento final dos esgotos no sistema de drenagem, conforme regulamentação descrita no subitem # 6.4.1., mostra-se precária pelo baixo grau de eficiência do tratamento⁴² e, principalmente, pela inadequada construção e manutenção das unidades, de responsabilidade e custeio privados. Este problema ocorre também nas estações de tratamento de esgoto compactas, de responsabilidade de condomínios e conjuntos habitacionais.

Conforme apresentado no subitem # 5.3.3., os primeiros sistemas de esgotos no Rio de Janeiro foram os do tipo *separador parcial*. A partir de 1912, a orientação dada pelo governo era de que o novo sistema, *separador absoluto*, fosse aplicado nas novas intervenções. Esta medida, de grande alcance técnico, resultou em uma ampliação indireta e gradativa da capacidade de vazão da rede construída, graças à eliminação metódica que se foi processando nas contribuições pluviais dos prédios antes esgotados pelo sistema *separador parcial* e que vieram a sofrer obras de reconstrução (Silva, 2002). Isso implicou na utilização dessas tubulações, que passaram a estar superdimensionadas (enquanto *separador parcial* foi inicialmente implantado para transportarem esgoto sanitário e pluvial), em sucessivas expansões ocorridas nestas bacias, daí a longevidade da utilização dessas tubulações para o esgotamento sanitário. Entretanto, por acabarem sendo utilizadas para além da capacidade dos seus materiais constituintes, trechos antigos, inclusive com idades superiores a 100 (cem) anos, de tecnologia obsoleta, exigem nos dias de hoje, reparos constantes, com dificuldades operacionais acumulativas. Acrescido a este fato, algumas áreas que já dispunham do sistema misto, foram, em relação a outras que não dispunham de nenhum sistema, secundarizadas na implantação do novo tipo de esgotamento.

A possibilidade de desvio dos esgotos sanitários do tratamento, lançando diretamente na orla marítima, devido ao incremento das águas pluviais fazia parte da concepção do sistema *misto*, que preconizava atender a um determinado limite de vazão, proveniente dos esgotos sanitários, acrescido de determinada intensidade das águas de chuvas.

Segundo Britto (2002), o período do sistema misto assinala o início do uso oficial das galerias de águas pluviais como **sistema auxiliar** das redes de esgoto sanitário, através do extravasamento. Criava-se o conceito que prevaleceria até os dias de hoje, de “água de tempo

⁴¹ Com a edição da NBR 13.969/97, *tanque séptico* é o termo técnico atualizado do que se definia por *fossa séptica*.

⁴² Segundo o prescrito na NBR 7229/93, o efluente originário do tanque séptico mantém a condição de contaminado. A NBR 13969/97 indica que a faixa provável de eficiência na remoção de DBO é de 40-75%.

seco”, que são os esgotos sanitários irregulares direcionados para as galerias de águas pluviais na ausência de precipitações.

Posteriormente estruturas, descritas no subitem # 6.3.2., foram sendo implantadas com o objetivo de tentar proteger alguns trechos de corpos hídricos, como a orla litorânea, por exemplo, do aporte de águas residuárias. No entanto, quando as chuvas superam a capacidade de escoamento ou ocorre paralisação por falha no sistema de bombeamento ou ainda, por mera falta de manutenção, o esgoto sanitário é desviado por “*by pass*” e lançado diretamente nas praias.

A prorrogação ou não ampliação dos sistemas existentes, seja no acréscimo da extensão da rede coletora ou na implantação de outros componentes (estações elevatórias e de tratamento, sifões invertidos, etc.) trouxe graves dificuldades. Diante da constante escassez de recursos financeiros - ou pelo estabelecimento de outras prioridades - a solução mais utilizada nas grandes cidades brasileiras, inclusive no Rio de Janeiro, foi a construção de trechos de redes coletoras, para, pelo menos, afastar o esgoto sanitário das proximidades das residências, evitando-se assim o risco iminente de contaminação, transferindo o problema ao entorno e a jusante através dos cursos d’água. Estabeleceu-se, como última etapa, a construção das estações de tratamento. Esta precária solução trouxe a fragmentação das soluções projetadas, e desarticulou os componentes dos sistemas intensificando a poluição do sistema de drenagem pluvial e fluvial.

A ampliação do sistema de coleta e transporte, desacompanhada da ampliação do sistema de recalque (elevatórias) e do de tratamento, têm várias conseqüências. Obriga a extravasão nessas unidades, das vazões que excedem a máxima, através de desvios (“*by pass*”), para algum corpo hídrico. Além disso, há problemas diversos junto à operação do sistema - vórtices, cavitação, entrada de ar, assoreamento, obstrução, perda de energia e redução de desempenho - que o depreciam como um todo.

A não substituição das redes coletoras degradadas pelo tempo (fissuração, trincas, rachaduras, rompimentos, incrustações, etc.), a insuficiência de diâmetro e a defasagem dos sistemas de recalque, agravadas pela precariedade dos serviços de manutenção, operação e conservação, resultaram em sistemas obsoletos com diversas complicações operacionais. A fim de se evitarem problemas maiores decorrentes de extravasamento de esgotos nas vias públicas utiliza-se o sistema de drenagem como auxiliar, e promove-se a difusão das interconexões.

A operacionalidade das redes coletoras de esgoto e drenagem é dificultada mutuamente pelas vazões excedentes ou deficitárias, não levadas em consideração nos projetos. Os sistemas de esgotos são dimensionados para atender aos limites máximos e

mínimos de vazões e velocidades de escoamento, concomitantemente. O não atendimento a estes parâmetros ocasiona acúmulo de sedimentos, obstruções nas tubulações e extravasamentos, dentre outros problemas. A ausência de manutenção preventiva intensifica a necessidade de interconexões e, desta forma, manutenção e interconexão também se interagem e se alternam enquanto causa e efeito dos problemas.

A rede de esgoto sanitário do município do Rio de Janeiro é, em grande parte, muito antiga. Trechos de redes que datam do século XIX e não foram remanejados, funcionam de forma precária, acentuando a fragilidade do sistema em determinados setores. A rede coletora da Lagoa Rodrigo de Freitas apresenta grande variedade nas idades dos trechos da rede coletora, que existe desde 1878. As décadas entre 1930 e 1960 foram aquelas em que houve maior concentração de obras. Segundo levantamento das fichas cadastrais, realizado pela auditoria ambiental (COPPETEC, 2001), há uma grande variedade de matérias de tubulação - manilha cerâmica, alvenaria tijolo, concreto armado, concreto simples, fibrocimento, PVC e ferro fundido. O remanejamento torna-se oneroso e complexo pela magnitude e diversidade de impactos que gera, principalmente nas áreas de alta densidade urbana.

Por suas características específicas de carência dos serviços de infra-estrutura urbana (dentre eles os sistemas de esgotos), as ligações prediais irregulares existentes nas áreas favelizadas, abordadas no subitem # 5.3.5., lançam grandes volumes de esgotos sanitários e resíduos sólidos nos cursos d'água e no solo, poluindo e contaminando áreas adjacentes às habitações, além de grandes extensões a jusante. Não obstante, a falta de planejamento e controle urbano não se limitam às comunidades carentes, conforme descrito no subitem # 4.1.1., e ligações irregulares são freqüentemente encontradas também em áreas nobres.

A densidade de urbanização da cidade é alta até mesmo no subsolo e sofre várias interferências, inclusive de estruturas desativadas, acarretando indisponibilidade do espaço físico. Este aspecto é agravado por sucessivas intervenções que ocorrem, muitas de forma arbitrária, pelas empresas construtoras ou até mesmo pelos técnicos das concessionárias, comprometendo a integridade das tubulações e das estruturas já assentadas. As dificuldades para a realização de uma efetiva fiscalização de obras, especialmente as subterrâneas, são inúmeras. A preocupação com a qualidade na execução das obras a garantir recursos necessários para a atuação de uma fiscalização compatível com o empreendimento, vem cada vez mais se tornando uma exceção à regra no país.

Medidas arbitrárias e predatórias de grandes poluentes (indústrias, postos de gasolina, hípicas, shoppings, instalações da economia informal etc.) intensificaram o processo de degradação dos ecossistemas e dos sistemas artificiais de saneamento. A falta de uma fiscalização permanente por parte do poder público alimenta este quadro.

A presença das ligações prediais irregulares não pode ser explicada somente pela falta de planejamento urbano, pela carência de recursos do poder público e pelas dificuldades técnicas resultantes deste ou de outros fatores gerenciais. A sociedade é carente dos mínimos conhecimentos a respeito dos serviços de infra-estrutura urbana, das informações básicas necessárias para a utilização adequada de suas instalações prediais e de seu papel fundamental na preservação do sistema como um todo. Além disso, as ligações prediais feitas às custas dos respectivos proprietários oneram a população, que encontra grandes dificuldades em dispor de recursos financeiros para essas despesas.

As ligações irregulares ocorrem com alguma frequência em imóveis residenciais por iniciativa inescrupulosa de construtores, encanadores ou curiosos, sobretudo quando essas ligações trazem maiores facilidades ou maior economia às suas empreitadas (Azevedo Netto, 1979).

A mistura entre esgoto sanitário e águas pluviais pode iniciar-se ainda nas instalações prediais das habitações e áreas particulares. Esse aspecto foi enfocado por Brito (Obras, v.XX, 1925).

De que vale ter uma rede geral de esgotos bem estabelecida, se as instalações domiciliares, entregues à livre exploração de irresponsáveis, mantiverem nas casas os focos de insalubridade? E essa é a regra, em quase todos os serviços; as próprias repartições, por comodidade, manifestam-se favoráveis à livre execução pelos proprietários e empreiteiro.

As atuais estações de tratamento de esgoto sanitário sob gerência da CEDAE⁴³, também sofrem com as variações das características qualitativas e quantitativas dos afluentes. O aumento da vazão afluente causado pela contribuição de esgoto pluvial pode gerar vazões superiores à vazão máxima da estação, que é obrigada a desviar o excedente dos efluentes através da estruturas de desvio. O dimensionamento das estações de tratamento leva em consideração as características do esgoto bruto, dos parâmetros de lançamento do efluente a ser tratado, a classificação e as respectivas características dos corpos hídricos receptores devem ser mantidas.

A mudança das características dos afluentes, por diluição ou incremento dos poluentes incorporados pelos despejos domésticos, pluviais e industriais, compromete a capacidade de tratamento e aumenta os custos operacionais pela contrapartida do aumento de insumos para o tratamento (energia, produtos químicos, etc.), e do tempo de detenção dos processos e operações unitárias que constituem a planta de tratamento das estações. A eficiência do

⁴³ O sistema de esgotamento sanitário no RJ, ratificado pelos plano diretores de esgotos e pelo PDBG, adota o modelo concentrado de tratamento, que corresponde a poucas unidades depuradoras de grande porte em oposição à concepção de sistema de tratamento distribuído, que pressupõe número maior de unidades de tratamento, de pequeno porte.

tratamento abaixo do estabelecido nos projetos é uma constante, motivada por uma série de fatores. As atuais estações de tratamento de pequeno porte, sob responsabilidade operacional da concessionária ou de particulares, são mais susceptíveis às variações dos esgotos afluentes. Portanto, a impossibilidade de operacionalidade dentro de vazões de projetos definidas por histogramas de vazões, compromete sua eficiência e pode transformar estações de tratamento em verdadeiras “caixas de passagem” acumuladoras de poluentes, que agravam o problema ambiental ao invés de minimizá-lo. No Rio de Janeiro, esta condição é evidente pelo grande número de unidades de tratamento de pequeno porte⁴⁴ e de soluções individualizadas de tanques sépticos que sofrem de precariedades na construção e na operacionalidade, estando sua eficiência praticamente anulada pela ausência de limpeza regular, funcionando em não conformidade com prescrito na legislação, poluindo os corpos receptores.

Outro aspecto do problema, de origem histórica, está relacionado culturalmente ao modelo de ocupação urbana adotado no país. Conforme o item # 7.2.2., a administração da saúde nas cidades renascentistas, inclusive Portugal, assemelhava-se à das cidades medievais. A influência dos colonizadores portugueses, que construíam no velho estilo colonial, casas de fundos para os rios, indicava sua utilização para o transporte dos despejos em geral. (Gonçalves & Guerra. In: Guerra & Cunha, 2001).

A falta de planejamento urbano, de cobertura suficiente pelo sistema de esgotamento sanitário e de uma cultura de valorização e respeito dos recursos hídricos, fez com que a sociedade brasileira alimentasse o descuido com os ecossistemas. A baixa auto-estima de grande parte da população, caracterizada por baixa renda, acrescida à falta de identidade ambiental e social, estas generalizadas na sociedade e decorrentes da falta ou superficialidade dos conhecimentos acerca dos ecossistemas existentes nos sítios que habitam e da exacerbação da ideologia do individualismo, traduz-se em atitudes descuidadas para com os sistemas naturais e artificiais.

A simples adoção das *estruturas atípicas do sistema separador absoluto* como alternativa técnica de despoluição dos corpos hídricos, descrita no capítulo subsequente, mantém as interconexões, e pode ampliar a extensão da mistura entre as águas e águas residuárias, provocando, na maioria dos casos, o deslocamento do problema para outras localidades.

6.3.2. Elementos Atípicos do Sistema Separador Absoluto

⁴⁴ A FEEMA, segundo prescrito na DZ-215. R3, define que os empreendimentos imobiliários situados em áreas desprovidas de rede pública que geram cargas orgânicas superiores a 5kg DBO/dia devem construir sistema coletivo de coleta de esgoto sanitário com estações de tratamento de depuração. Os graus de remoção exigidos são em função da carga orgânica gerada.

Os projetos de engenharia, através do estudo de alternativas, da concepção básica estabelecida e da metodologia executiva adotada devem incorporar cada vez mais na análise custo-benefício a variável ambiental. Têm que se apresentar técnica e economicamente viáveis, com destaque para o ambientalmente sustentável.

Requer-se, para a opção entre os sistemas: *separador absoluto, sistema misto ou unitário*, uma série de normalizações e especificações. Cada tipo de sistema decorrente do tipo de efluente e faixas de vazão utilizados deve possuir características distintas para os tipos de materiais empregados, traçados, regime de escoamento, condutos e possibilidades de destino final, conforme apresentado no item # 4.3.

Devido às dificuldades geradas pela interconexão, diversas estruturas e condições de operacionalidade foram gradualmente implantadas no sistema de esgotamento da Cidade do Rio de Janeiro, de forma precária ou mesmo projetadas, no intuito de amenizar os impactos causados pelo déficit na ampliação ou operação inadequada dos sistemas existentes.

Dentre eles destacam-se:

- ❑ Interceptor Oceânico da Zona Sul;
- ❑ Galerias de Cintura;
- ❑ Captações de Tempo Seco;
- ❑ Aterros e Desvios de Rios e Canais;
- ❑ “Extravasores Permanentes”;
- ❑ Estações de Tratamento nos Cursos dos Canais, Rios e Praias.

Interceptor Oceânico da Zona Sul

Os interceptores de esgoto sanitário são canalizações cuja função precípua é receber e transportar o esgoto sanitário coletado, caracterizado pela defasagem das contribuições, da qual resulta o amortecimento das vazões máximas (NBR 12207/89, ABNT). Este método de cálculo possibilita o “achatamento” do hidrograma de vazão decorrente da defasagem horária das contribuições em marcha, garantindo maior fidelidade e economia no dimensionamento do sistema.

Os estudos realizados pela SURSAN, através da COPES, para solução do destino final do esgoto sanitário e remanejamento da rede coletora, levaram em conta a supressão das elevatórias e a construção de grandes interceptores oceânicos de esgotos. Nestes estudos foram concebidos inicialmente três interceptores: *Interceptor Oceânico da Zona Sul*; *Interceptor Norte*, abrangendo bacias tributárias situadas nas vertentes da Baía de Sepetiba; e o *Interceptor Centro*, para as áreas tributárias de parte do Centro e da Zona Portuária, conforme pode ser verificado na **Figura 42**, apresentada na página seguinte. Os esgotos

transportados por esses interceptores seriam encaminhados ao Emissário Submarino de Ipanema, inicialmente projetado onde hoje se localiza a elevatória de esgoto do Leblon, próximo ao deságüe do canal da rua Visconde de Albuquerque.

Posteriormente, a partir dos estudos do I SANERIO, concluiu-se que, do ponto de vista técnico e financeiro, a melhor alternativa seria o lançamento na Baía de Guanabara, com tratamento prévio dos esgotos gerados por parte dos bairros da Zona Norte e do Centro, mantendo-se com modificações o Interceptor Oceânico da Zona Sul. Esta opção foi ratificada em estudos posteriores, sendo implantada pelo PDBG.

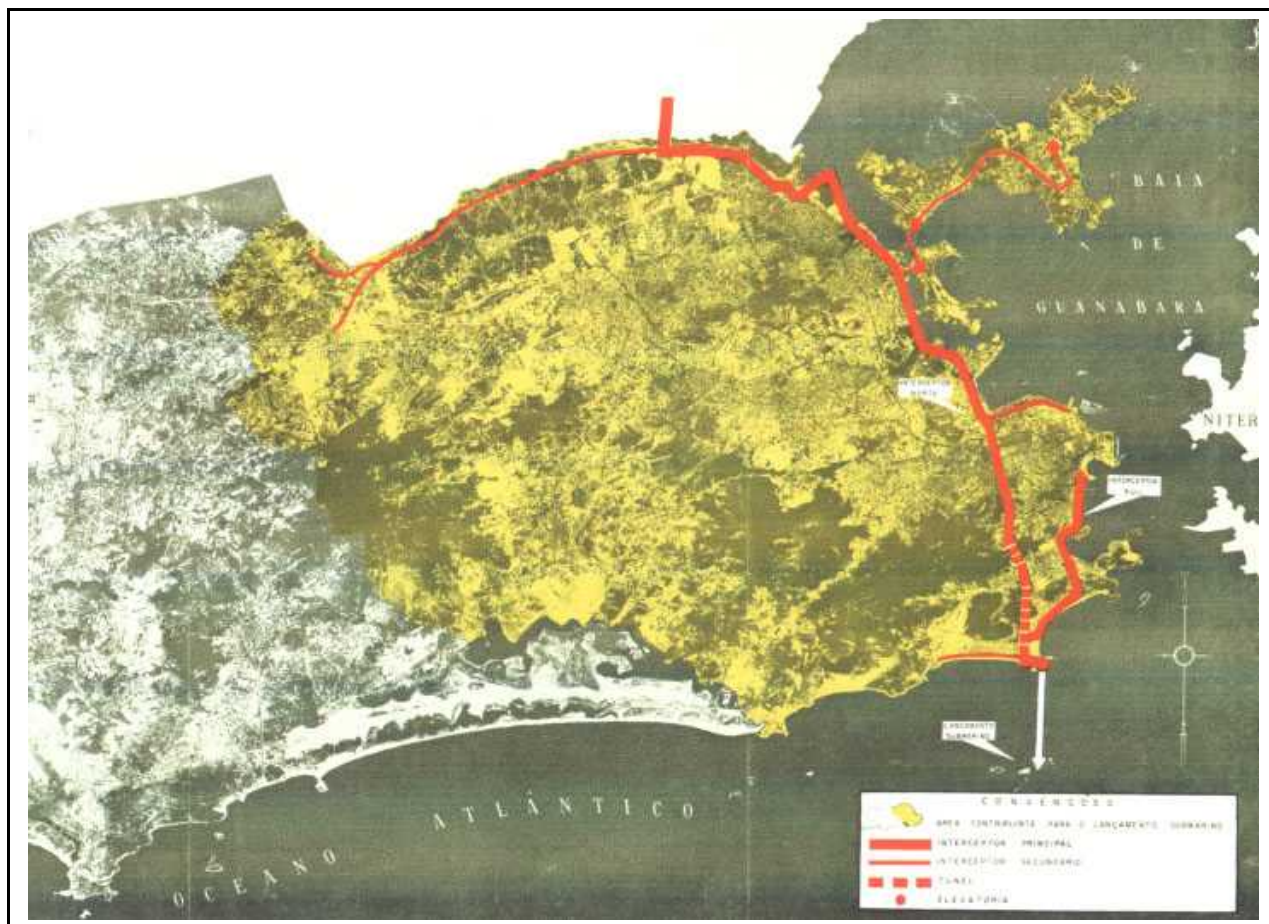


Figura 42. Concepção dos interceptores da Cidade do Rio de Janeiro (Revista de Engenharia, 1965).

As obras do Interceptor Oceânico da Zona Sul iniciaram-se em 1962 e foram concluídas em 1972, entrando em operação em 1975, após realização dos ensaios finais no ESEI, já com a CEDAE. Seu percurso tem início no Aterro do Flamengo, perto do Largo da Glória, passando pela praia do Flamengo, cruzando a av. Osvaldo Cruz, a praia de Botafogo, as travessias sob os morros do Pasmado e da Babilônia, e seguindo pela av. Atlântica até a *Elevatória Parafuso*, situada no canteiro central da av. Atlântica, em esquina com a rua Almirante Gonçalves.

Seu traçado utilizou-se dos aterros realizados no Flamengo e do alargamento da praia de Copacabana, construído inteiramente em concreto armado, com seções progressivamente variadas, conforme observado nas **Figuras 43a, 43b e 43c**, apresentadas na pagina seguinte.

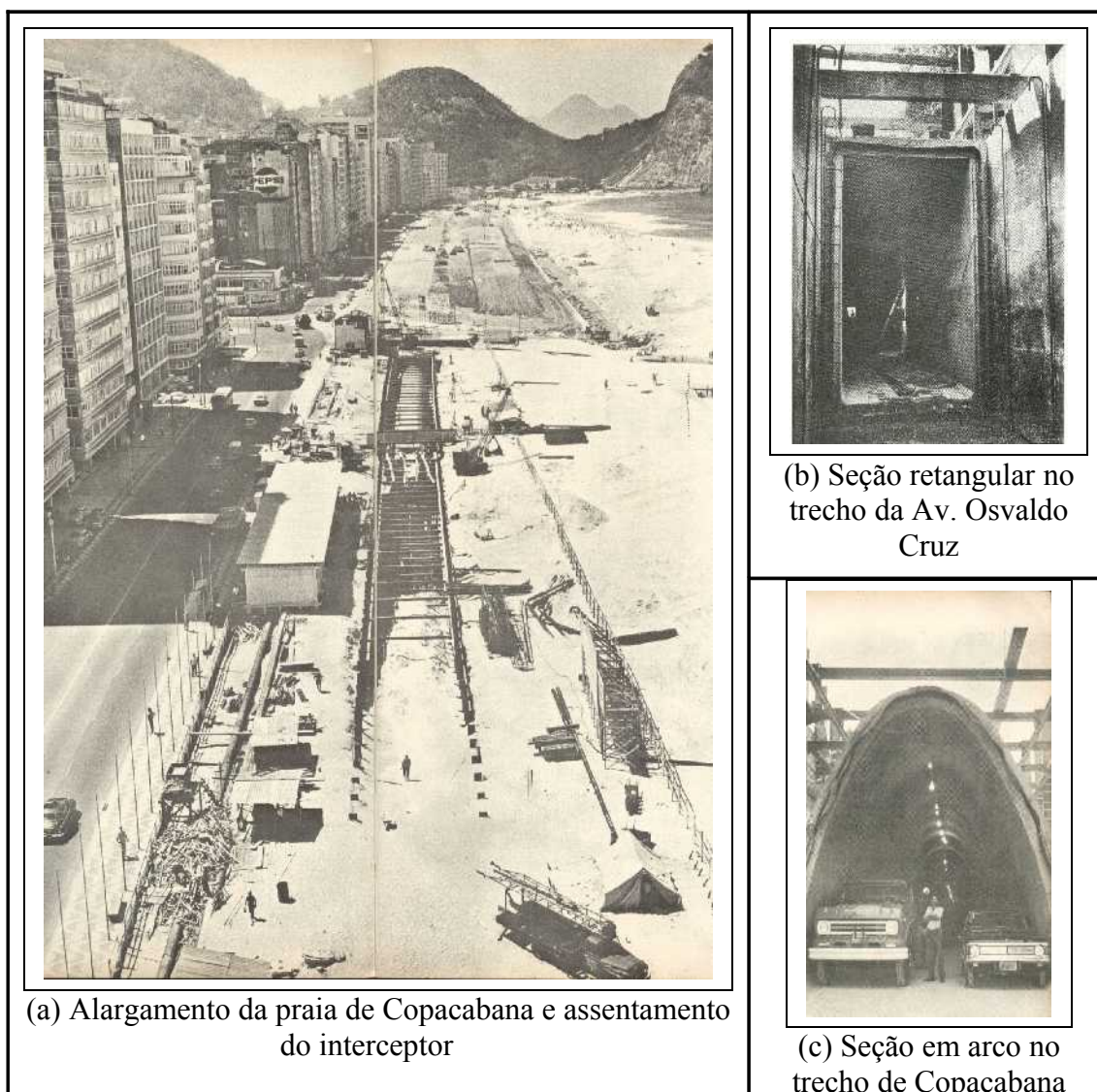


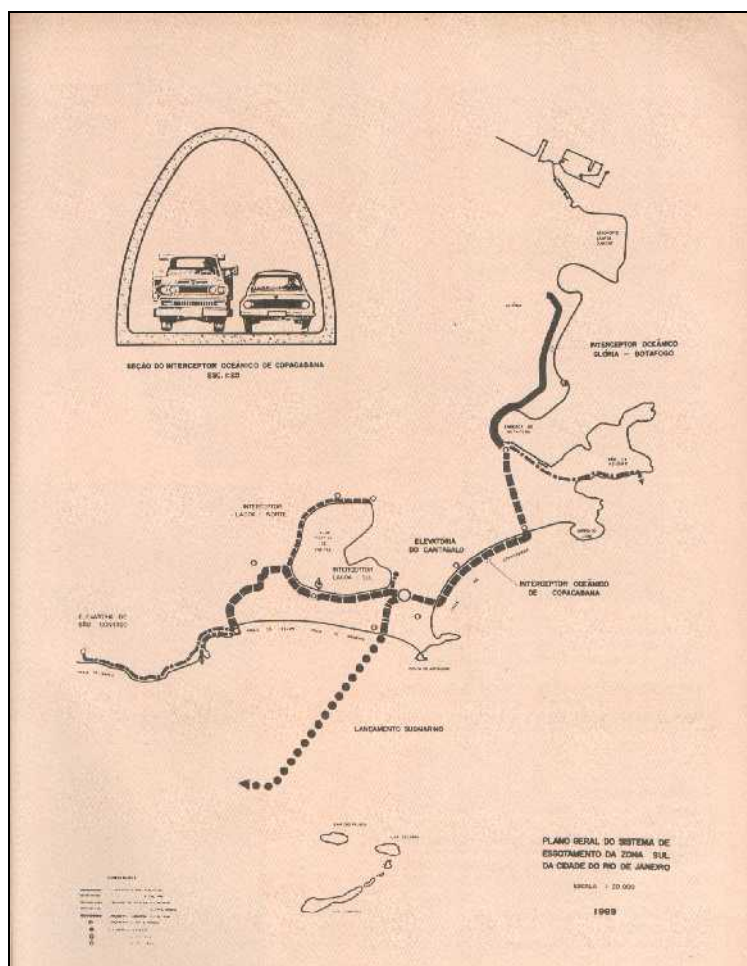
Figura 43. Aspectos construtivos do Interceptor Oceânico da Zona Sul. (a) Revista Saneamento n. 38, 1970. (b) Revista de Engenharia n.1, 1965. (c) Revista Saneamento n. 38, 1970.

Na concepção e construção do Interceptor Oceânico da Zona Sul planejou-se, além da condução de esgoto sanitário, a coleta e o transporte das águas poluídas provenientes do sistema de drenagem pluvial, denominadas **contribuição de tempo seco** (ABNT, NBR 12.207/89) e a dos esgotos provenientes das ligações prediais da orla marítima, desde a Glória até Copacabana, visando eliminar a poluição nas praias pelo aporte indevido de esgoto sanitário (Silva, 2002).

Em virtude da não realização de algumas obras definidas em projeto, tais como: finalização do Interceptor Oceânico (em túnel, sob o morro do Cantagalo); construção da

estação de pré-condicionamento ao pé do morro do Cantagalo na rua Teixeira Mello, em Ipanema, com sua ligação ao Emissário Submarino de Ipanema (ESEI), foi implantada como “solução provisória” a elevatória de bombas parafuso da Av. Almirante Gonçalves, que recalca o esgoto transportado pelo sistema Zona Sul até a caixa de confluência do emissário, situado na Av. Vieira Souto, em frente à rua Gomes Carneiro, via elevatória André Azevedo, da rua Francisco Sá.

A **Figura 44**, a seguir, apresenta um desenho esquemático do Sistema de Esgotamento da Zona Sul, em 1969, com traçado do Interceptor Oceânico da Zona Sul. O trecho à esquerda do emissário refere-se à interceptação da Lagoa Rodrigo de Freitas não realizada. Em seu lugar foram instaladas elevatórias, que recalcam os esgotos das áreas contíguas para a caixa de confluência do emissário.



F

Figura 44. Planta Geral do Sistema de Esgotamento da Zona Sul em 1969 (Revista Saneamento n.38, 1970).

Mesmo com o ESEI possuindo capacidade máxima de $12\text{m}^3/\text{s}$, contra a vazão atual de cerca de $6,0\text{m}^3/\text{s}$ (Silva, 2002), parte do esgoto transportado pelo interceptor ainda é extravasado e lançado no costão do Pão de Açúcar, devido a problemas de saturação da rede,

redução de seção por incrustações, assoreamento e galeria em contradeclive (trecho entre a Elevatória Parafuso e a Elevatória André Azevedo). O extravasor foi concebido para entrar em operação apenas em situações de emergência, de forma a aliviar o sistema nos casos especiais.

Além disso, em determinadas circunstâncias, no trecho a jusante deste extravasamento, parte do esgoto sanitário ainda é encaminhado às galerias de águas pluviais, rios e canais, através de extravasores construídos em diversos pontos, poluindo a Baía de Guanabara e as praias oceânicas. Desta forma, o Interceptor Oceânico da Zona Sul acaba contrariando o projeto original, funcionando como **interceptor de tempo seco**, que, em situações críticas, capta parcelas dos efluentes poluídos e descarta outras. Por esse motivo, mesmo sendo o interceptor uma estrutura convencional, devidamente projetada, comporta-se como estrutura atípica pela particularidade do seu funcionamento.

No Plano Plurianual de Governo 1992/1995 (COPPETEC, 2001), foi abordada a questão da melhoria das condições sanitárias e ambientais das praias oceânicas e interiores do Estado, e sugerido:

o remanejamento e interligação das redes de esgotamento sanitário da zona sul do Rio de Janeiro ao interceptor oceânico de Ipanema, bem como a correção do destino final dos esgotos domésticos que contribuem à rede de águas pluviais em ligações clandestinas.

O PDES-RMRJ, de 1994, ratificou a necessidade de complementação das obras concebidas pelo projeto do interceptor para a melhoria do Sistema da Zona Sul. O plano estimou a vazão de tempo seco (contribuição de esgoto sanitário irregular) que contribuía para o Interceptor Oceânico da Zona Sul, na época, em aproximadamente 2,3 m³/s, para uma vazão máxima estimada pela CEDAE de 7,0 m³/s (incremento de 32,9%).

Visando eliminar em determinados pontos da enseada da Glória o lançamento de esgotos provenientes do Centro, Lapa, Castelo, Santa Tereza, Glória, parte do Catete, Cruz Vermelha e Bairro de Fátima, foram assentados através do PDBG, 1.170 m de coletores de esgoto de diâmetro de até 1200 mm (Q = 800 L/s), fazendo a conexão com o início do Interceptor Oceânico da Zona Sul, conforme representados nas **Figuras 45 e 46**, apresentados na página seguinte.

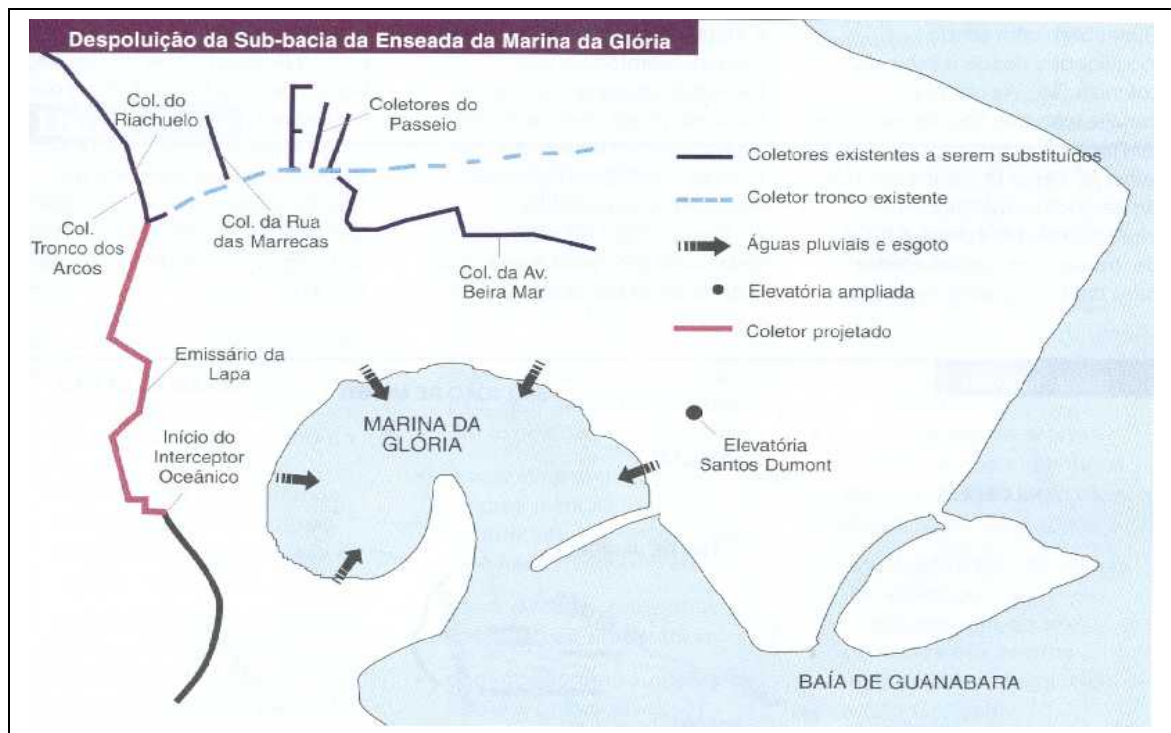


Figura 45. Desenho esquemático do Sistema Marina da Glória (AEERJ, 1998).

Figura 46. Coletores do Sistema Marina da Glória (Prospecto da CEDAE).



A cidade se valeu da implantação de *galerias de cintura* para impedir o lançamento de águas pluviais contaminadas por esgoto sanitário em determinados pontos ou trechos dos corpos hídricos. Estas “galerias”, na forma de canalizações abertas ou fechadas, além de tubulações, interceptam os pontos de lançamento de galerias de águas pluviais contaminadas ou diretamente de ligações irregulares de esgoto sanitário e concentram suas vazões para lançamento em pontos previamente fixados.

Em alguns casos, os despejos dos efluentes eram apenas redirecionados precariamente para outros pontos, menos valorizados ou discretos. Em outras situações estas galerias tiveram seus efluentes captados e encaminhados para o sistema de esgotamento sanitário, como o ESEI.

As galerias de cintura foram implantadas em diversos trechos da orla marítima, tais como: praias do Flamengo, Leblon, Copacabana, Botafogo, recentemente a galeria da praia de Ipanema (entre a Teixeira de Melo e o Jardim de Ala), a *Galeria de Cintura da Lagoa Rodrigo de Freitas*, além de outras, que estão em fases de projetos e implantação, como a *Galeria de Cintura da Estrada das Canoas e da Niemeyer*, ambas dentro do *Programa de Despoluição da Praia de São Conrado*.

Na Lagoa Rodrigo de Freitas, após vistoriar cerca de 100 km de galerias de águas pluviais, com utilização de microcâmeras (circuito interno fechado de televisão), a CEDAE identificou mais de 340 ligações irregulares. Mais de 100 L/s de despejos chegavam através da rede de águas pluviais na lagoa.

A *Galeria de Cintura da Lagoa*, implantada em 2001, é formada por coletores em concreto armado e PVC, com diâmetros de 250, 300 e 500 mm e extensão total de 3.900 m assentados ao longo das avenidas Borges de Medeiros e Eptácio Pessoa. Constituída por quatro trechos de intercepção independentes, com suas respectivas elevatórias ($Q_{\text{máx}}=15,0$ L/s, cada), recebe as águas residuárias provenientes das galerias de águas pluviais próximas aos seus deságües. Suas elevatórias bombeiam os efluentes para as elevatórias de esgoto sanitário existentes, que por sua vez os encaminham para o ESEI.

A galeria não cobre todo o entorno da lagoa, mas apenas os trechos considerados mais críticos em termos de lançamento de esgotos. A localização dos trechos da galeria está representada na **Figura 47**, na página seguinte.

Figura 47.
Galeria de
cintura da
Lagoa
Rodrigo de
Freitas
(Prospecto
CEDAE).



A
concepção

do projeto prevê que a totalidade das águas captadas, inclusive nos picos de chuva, seja transferida para o sistema de esgotamento, em pontos definidos nas elevatórias. Entretanto, não há garantia de que haverá interceptação de todas as águas pluviais eventualmente contaminadas por esgotos (COPPETEC, 2001).

Caso haja chuvas intensas que superem a capacidade de bombeamento das elevatórias da galeria de cintura, as tubulações extravasariam as águas residuárias para a lagoa, funcionando assim, como *interceptores de tempo seco*.

A auditoria ambiental da Lagoa Rodrigo de Freitas (COPPETEC, 2001), quanto à utilização da galeria como captação de esgotos remanescentes nas GAPs, afirma:

É fundamental deixar claro que a ação mais correta é manter sempre um programa de investigações para a redução do nível de lançamento de esgoto sanitário nas redes pluviais, sendo a galeria apenas um mecanismo adicional de defesa. Recomenda-se um acompanhamento operacional no modo em manual, continuamente, o que incluiria a coleta das primeiras chuvas como parte integrante do sistema, fazendo com que a Galeria absorvesse as cargas orgânicas e outros compostos poluidores, como os óleos e as graxas provenientes da lavagem dos revestimentos das vias urbanas pelo escoamento superficial das águas pluviais. Nesta perspectiva, a Galeria de Cintura toma um caráter de obra definitiva e não provisória e emergencial.

Captações de Tempo Seco (CTS)

As estruturas denominadas “Captação de Tempo Seco” estão inseridas nas galerias de águas pluviais capazes de desviar a vazão remanescente que é encontrada quando do estio. Tais vazões são geralmente provenientes de ligações indevidas de esgoto sanitário na rede de drenagem pluvial. Enquanto contribuição de tempo seco (conhecida também por “água de

tempo seco”) direciona, nos períodos sem chuva, os esgotos clandestinos contidos no sistema de drenagem para o sistema de esgotamento sanitário. No período chuvoso extravasa as águas poluídas (águas pluviais e esgoto sanitário) para o sistema de drenagem pluvial (ABNT, NBR 12.207). Essas caixas de transição têm sua capacidade de transmissão de vazão limitada por aspectos construtivos, de forma que apenas vazões iguais ou inferiores à sua capacidade máxima, definida conforme suas dimensões e nível da soleira, podem ser encaminhadas ao sistema de esgotamento sanitário. Detalhes desta estrutura estão representados nas **Figura 48a** e **48b**, a seguir.

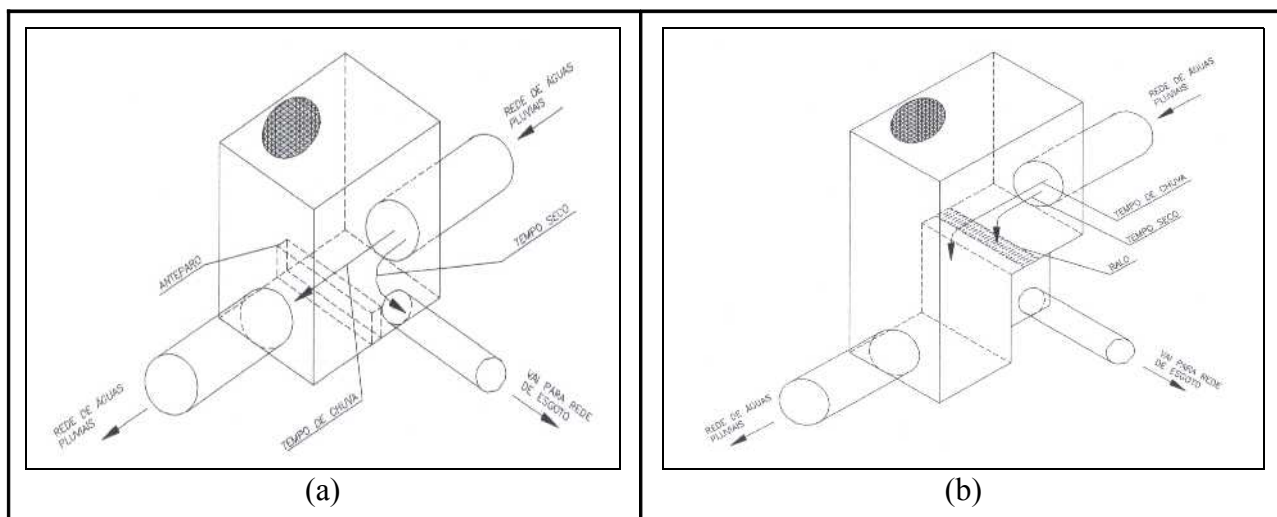


Figura 48. Estruturas de Captação de Tempo Seco (COPPETEC, 2001).

Foram identificadas na bacia contribuinte da Lagoa Rodrigo de Freitas, seis unidades de captação de tempo seco, totalizando uma vazão de 226 L/s, segundo o PDES-RMRJ (1994). De acordo com o termo de referência do Plano Diretor de Drenagem (PCRJ, 1999), a CEDAE, em conjunto com a PCRJ, vêm executando tomadas de tempo seco nas galerias de águas pluviais, em sua maioria localizadas próximo às áreas favelizadas. As contribuições provenientes das captações em tempo seco da Zona Sul são encaminhadas ao ESEI.

Aterros e Desvios de Rios e Canais

Os aterros e desvios de rios e canais poluídos, na tentativa de salvaguardar determinado corpo receptor em detrimento de outros, ou mesmo para afastar a possibilidade de contato e diminuir a visibilidade da poluição, é uma prática comum e antiga nos grandes centros urbanos. No Rio de Janeiro, vários cursos d’água nesta situação foram aterrados e, quando não possível, canalizados em galerias subterrâneas.

Por volta de 1920, inspirado nos conceitos de Barão de Tefé, Saturnino de Brito interceptou os rios Cabeças, dos Macacos e Rainha, que contribuíam permanentemente com

suas águas para a laguna, conduzindo-as a partir daí para o canal da avenida Visconde de Albuquerque, para em seguida desembocar na praia do Leblon, conforme **Figura 49**, apresentada a seguir.



Figura 49. Desembocadura do canal da Visconde de Albuquerque (Foto: Bittom, maio 2002).

No canal da rua General Garzon existe uma comporta que, manobrada adequadamente, permitiria o deságüe desses rios para a Lagoa Rodrigo de Freitas. Entretanto, devido aos problemas de poluição das águas da laguna trazida por esses rios, esta comporta de secionamento impede o deságüe das águas doces necessárias ao ecossistema lacustre, desviando-as para os canais do Jockey e da avenida Visconde de Albuquerque.

As **Figuras 50a e 50b**, a seguir, apresentam detalhes dessa comporta.



(a) Vista geral da comporta.

(b) Retenção de poluentes na comporta.

Figura 50. Comporta do canal da rua General Garzon (Fotos: Dias, A.P. julho 2003).

O impacto ambiental sobre as praias do Leblon e Ipanema provocada pelo aporte de esgoto sanitário proveniente do canal da avenida Visconde Albuquerque, criou um impasse que fez o Governo do Estado implantar uma nova comporta neste canal, com a instalação de

bombas para transportar as águas contaminadas para o ESEI, na tentativa de minimizar os efeitos da contaminação das praias e da laguna. Como o recalque é de uma parcela das águas poluídas, ocorre retenção de esgoto sanitário a céu aberto nos canais, com interrupção das condições originais de escoamento. Nos períodos de chuva as comportas são abertas para impedir inundações e as águas pluviais contaminadas são desaguadas na praia e na laguna.

As **Figuras 51a** e **51b**, a seguir apresentam detalhes desta comporta e da estrutura de captação das águas residuárias localizadas a montante da comporta, no lado esquerdo do sentido montante-jusante.

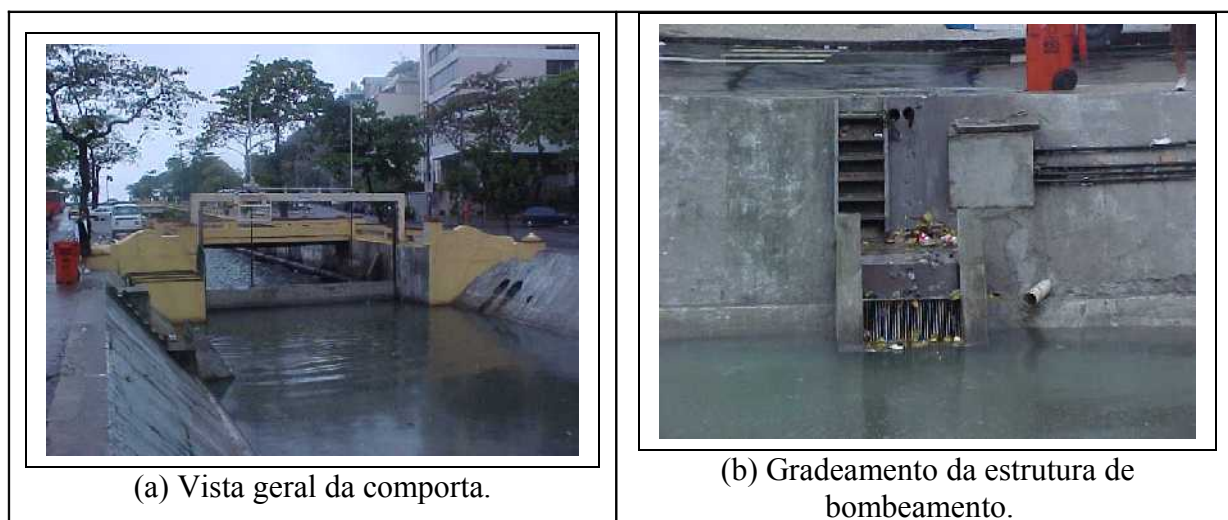


Figura 51. Comporta e estrutura de bombeamento do canal da Visconde de Albuquerque. (Fotos: Dias, A.P. julho 2003).

A **Figura 52**, abaixo, representa esquematicamente o percurso dos rios anteriormente citados, o posicionamento das comportas, o sistema de recalque das águas poluídas do canal e a possibilidade de refluxo para a Lagoa Rodrigo de Freitas.



Figura 52. Esquema das estruturas de esgotamento da Lagoa Rodrigo de Freitas (Jornal O Globo, 2002).

A alternativa de desvio de rios está novamente sendo cogitada, neste caso como possibilidade de solução do problema de abastecimento de água da RMRJ, especificamente da poluição do rio Guandu (descrito no subitem # 6.2.1.), próximo ao ponto de captação da Estação de Tratamento de Água da CEDAE. O aporte próximo da tomada d'água das águas poluídas provenientes dos rios dos Poços, Queimados e Ipiranga vem comprometendo a tratabilidade da água do manancial, trazendo riscos iminentes à população beneficiada, além do comprometimento de outros usos a jusante deste ponto.

Uma das alternativas apontada, inclusive, no PDES-RMRJ e fortalecida pelos recentes problemas de degradação ambiental deste manancial, propõe o desvio das águas desses rios afluentes ao rio Guandu, para imediatamente a jusante da tomada d'água, associado recentemente ao incremento de um tratamento prévio das águas, na própria calha dos afluentes citados (Gomes, 2002). O tratamento proposta é similar ao descrito no subitem # 6.3.3. e objetiva mitigar os efeitos da poluição no estirão de jusante do rio Guandu.

“Extravasores Permanentes”

Os extravasores de esgoto sanitário, segundo o decreto estadual nº 533/76, devem ser concebidos nos projetos de sistemas de esgotos para escoar **eventuais** excessos de esgoto ou de água. Estas canalizações ou estruturas são projetadas nas tubulações, canais, órgãos acessórios, elevatórias e nas ETE's, uma vez que o escoamento dos sistemas por gravidade

são contínuos e **eventualmente** precisam desviar o fluxo, por questões de manutenção, manobras ou para desviar excedentes de água para controle de inundações, no caso do sistema de drenagem pluvial.

Localizados em cotas superiores ao nível de escoamento normal, entram automaticamente em operação quando o efluente chega no nível da tubulação de extravasão fazendo o lançamento do esgoto sanitário, através de estruturas especiais, no sistema de drenagem, nos cursos d'água e corpos receptores. Com isso é possível eliminar a causa da interrupção do sistema, de forma que não haja um colapso com fluxo indevido de esgoto para as vias públicas ou para os domicílios, através do retorno, em sentido contrário ao escoamento, pelas tubulações da rede pública e pelas ligações prediais, condição de operação denominado remanso.

A utilização dos extravasores para além dos casos especiais previstos, eventuais e de curta duração, configura atipicidade de procedimento e de elementos. Por uma questão de distinção daqueles convencionalmente projetados e operacionalizados, optou-se por chamar a estes, que freqüentemente entram em operação, de “extravasores permanentes”. Este extravasamento ocorre desde a implantação das primeiras redes, e, atualmente está presente em diversas estruturas que compõem o sistema de coleta, transporte e tratamento de esgoto sanitário da cidade do RJ. Condição gerada por diversos fatores, conforme descrito no capítulo # 6.3.1.

As sobrecargas e dificuldade de escoamento em diversos trechos do sistema obrigam empresas, construtoras, moradores e a própria concessionária a realizar interconexões com a drenagem pluvial, utilizando-se desta como um “sistema auxiliar”, a fim de impedir os transbordamentos de esgoto sanitário pela via pública.

Os pontos de extravasamento “permanentes” estão espacialmente disseminados por todo o sistema. Segundo Britto (2002), a prática de extravasores não era oficial, e os responsáveis que a praticavam dificilmente cadastravam a ligação realizada.

Quanto às estações de tratamento nos cursos dos canais, rios e praias, pela mudança conceitual que encerram, serão detalhadas e comentadas no subitem que segue.

6.3.3. Estações de Tratamento nos Cursos dos Canais, Rios e Praias

Neste subitem é feita uma breve apresentação das estações de tratamento em fluxo nos cursos dos canais, rios e nas praias, uma vez as recentes implantações da Estação de Despoluição do Rio Carioca, do Parque Ambiental da Praia de Ramos e da Estação de

Despoluição do Canal da Rocinha (em construção) são conseqüências da interconexão entre os sistemas de esgotos e os corpos hídricos.

Em vários estados do país, como: São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais e recentemente, o Rio de Janeiro, vêm sendo introduzidas unidades de tratamento nos cursos d'água, tecnologia denominada *estações de tratamento em fluxo*, que objetivam melhorar a qualidade dos recursos hídricos poluídos, diferentemente das finalidades de produção de água potável (ETA) e tratamento de água residuárias para lançamento adequado nos corpos receptores (ETE).

Este tipo de tratamento está em expansão, sendo utilizados cursos d'água, lagoas, represas, parques e praias, visando reincorporar usos diversos que já estavam inviabilizados, pelo processo de degradação ambiental destes corpos hídricos. Está sendo empregado nas bacias hidrográficas degradadas por aportes irregulares de esgoto sanitário, despejos industriais, resíduos sólidos ou por poluição difusa do escoamento pluvial superficial.

Em São Paulo, visando melhorar as condições ambientais do rio Pinheiros, a disponibilidade hídrica da represa de Billings e reduzir a carga poluidora do rio Tietê, estão sendo construídas sete estações de tratamento em fluxo com vazões diversas (0,70; 1,05; 1,05; 2,10; 40,0; 45,0 e 50,0 m³/s), orçadas em R\$ 110 milhões (Revista Bio, 2002).

Estação de Despoluição do Rio Carioca

No caso do tratamento em fluxo do rio Carioca, utilizam-se processos físico-químicos de floculação seguido de flotação. Para isso são adicionados os insumos: reagentes coagulantes/floculantes, cloro, ar dissolvido e energia elétrica, ajustados para diferentes vazões de acordo com os objetivos ambientais. A *Estação de Despoluição do Rio Carioca* está instalada próxima a sua desembocadura na beira da praia, no canal da galeria de cintura, construído anteriormente para desvio da foz do rio e da interceptação das galerias de águas pluviais, também contaminados por esgoto sanitário. O lodo flotado é direcionado à rede coletora de esgoto sanitário, sendo encaminhado para o ESEI.

Esta estação foi implantada pela antiga Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADS), com recursos provenientes da multa paga pela Petrobrás pelo vazamento de óleo na Baía de Guanabara. Inaugurada em setembro de 2002, sua gestão está a cargo da organização não-governamental *Viva Rio*.

O princípio básico desta tecnologia consiste no tratamento das águas na iminência de seu lançamento na praia, o que limita seu objetivo em não poluir a praia do Flamengo pelos esgotos transportados pelo rio Carioca e pelas galerias de águas pluviais que são interceptadas pelo canal da galeria de cintura, visando trazer nas imediações da desembocadura as

condições de balneabilidade. Desta forma, esta concepção pode ser considerada como uma solução pontual.

A estação funcionará somente nos períodos de seca, com vazão máxima de projeto de 300 L/s. Em caso de chuvas o processo é interrompido, liberando a passagem do fluxo de águas contaminadas para a praia do Flamengo, no deságüe ao lado do restaurante *Porcão*.

As **Figuras 53a, 53b e 53c** a seguir apresentam detalhes da Estação de Tratamento do rio Carioca.

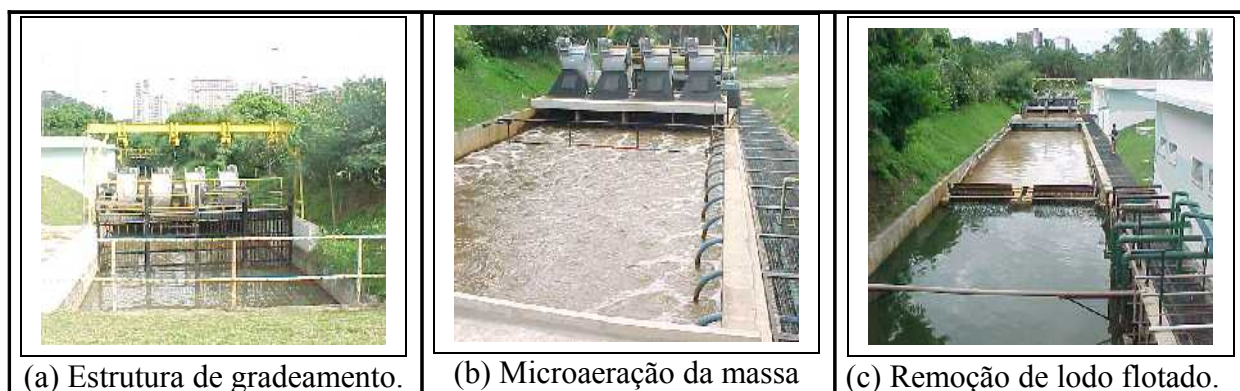


Figura 53. Estação de Tratamento do Rio Carioca (Fotos: Dias, A.P.15/04/03).

Estação de Despoluição do Canal da Rocinha

Outra unidade de flotação em fluxo em fase de implantação é a Estação de Despoluição do Canal da Rocinha, localizada na Favela da Rocinha (Lagoinha), com capacidade de 300 L/s (com possibilidade de ampliação para 900 L/s). Esta contribuição corresponde ao esgoto proveniente da sub-bacia de São Conrado, que engloba os bairros de São Conrado, vertente São Conrado da favela da Rocinha e morro do Vidigal.

Este empreendimento em execução faz parte das obras de despoluição da praia de São Conrado contemplando a construção de galerias de cintura ao longo da praia para captar águas pluviais contaminadas, estações automáticas de remoção de lixo e implantação de extravasor.

A **Figura 54**, a seguir, apresenta as principais intervenções contempladas no projeto de despoluição da praia de São Conrado.



Figura 54. Obras de despoluição da praia de São Conrado (Prospecto CEDAE).

Parque Ambiental da Praia de Ramos

A concepção adotada no *Parque Aquático de Ramos*, popularmente conhecido “*Piscinão de Ramos*”, em operação desde 2001, difere da praia do Flamengo por tratar as águas da Baía de Guanabara já contaminadas pelo grande aporte de águas residuárias. Optou-se neste caso pelo tratamento da parcela de água do mar utilizada no enchimento da piscina artificial, com 26.000 m² de espelho d’água, instalada nas areias da praia.

Quanto ao processo de tratamento, é similar ao da *Estação de Despoluição do Rio Carioca*. As águas próximas à praia de Ramos recebem esgoto sanitário proveniente principalmente de dois valões que ali desembocam. Com a implantação da estação, 100 L/s de águas salinas contaminadas sofrem remoção dos resíduos sólidos e posterior tratamento, viabilizando-se a recreação, outrora feita diretamente na praia, antes das condições precárias de poluição.

As **Figuras 55a e 55b**, apresentadas abaixo mostram aspectos da praia de Ramos na década de 50 e do parque ambiental na atualidade.

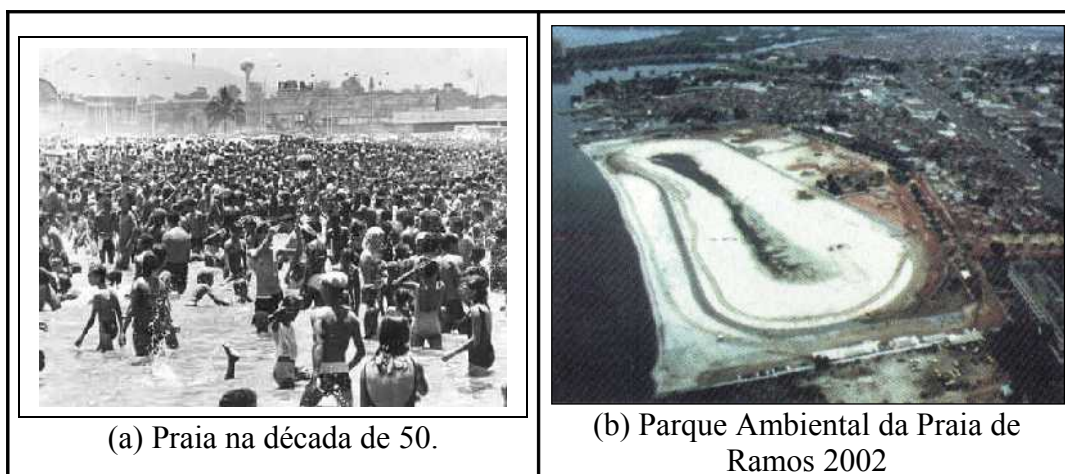


Figura 55. Aspectos da praia de Ramos

(a) Foto: VivaRio-www.favelatemmemoria.com.br.

(b) Foto: Revista Bio, jul.-set. 2002).

A carga orgânica removida no tratamento é encaminhada através de uma derivação da CEDAE para a Estação de Tratamento de Esgoto da Penha.

Atualmente está em execução o *Piscinão da Praia das Pedrinhas*, em São Gonçalo, havendo previsão para a implantação de outros “piscinões” em Magé, Duque de Caxias, Nova Sepetiba e praia de Cocotá, na Ilha do Governador (Revista Bio, 2002).

6.4. Contaminação por Esgoto Sanitário

6.4.1. Regulamentação

No que se refere ao lançamento de esgoto sanitário, cabe evidenciar o art. 277, capítulo VIII – *Do Meio Ambiente*, da Constituição do Estado do Rio de Janeiro, que rege:

Art. 277 - Os lançamentos finais dos sistemas públicos e particulares de coleta de esgotos sanitários, deverão ser precedidos, no mínimo, de tratamento primário completo, na forma da lei.

§ 1º - Fica vedada a implantação de sistemas de coleta conjunta de águas pluviais e esgotos domésticos ou industriais.

§ 2º - As atividades poluidoras deverão dispor de bacias de contenção para as águas de drenagem, na forma de lei.

Pelo decreto estadual nº 553/76, atualmente em vigência, que regulamenta os serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário do Estado, administrados pela CEDAE com vistas à orientação dos usuários, têm-se as seguintes disposições:

Art. 7 - Os prédios, situados em logradouros dotados de abastecimento de água ou rede de esgoto sanitário, deverão ter suas instalações ligadas aos respectivos sistemas;

Art. 8 - Os prédios, situados em logradouros dotados de sistema unitário ou desprovidos de qualquer sistema de esgoto sanitário, deverão ter suas instalações de esgoto ligadas a um dispositivo de tratamento e o efluente deverá ser encaminhado a destino conveniente, a critério da CEDAE;

Art. 10 - A rede de esgoto sanitário, integrante do sistema separador absoluto, não poderá receber, direta ou indiretamente, águas pluviais ou contribuição que possam vir a prejudicar o seu funcionamento;

Art. 89 - Os dispositivos de tratamento poderão ser estáticos, de fluxo horizontal e contínuo (fossas sépticas), ou de outro tipo aprovado pela CEDAE.

Em nível municipal, de acordo com a Lei Orgânica, título VI - capítulo VII - *Do Saneamento Básico*, temos:

Seção I - Disposições Gerais. Art. 485: A Prefeitura, por iniciativa própria ou a requerimento de qualquer pessoa do povo, procederá à interdição imediata do loteamento regular, irregular ou clandestino em que se constatar a venda de lotes ou terrenos, sem prévia implantação de rede de esgotamento sanitário, abastecimento de água potável e drenagem de águas pluviais, aprovados pelos órgãos competentes. Na alínea 3: Ao Poder Executivo é vedada a aprovação de qualquer parcelamento em área onde não esteja assegurada a capacidade técnica de prestação dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem de águas pluviais.

Seção II - Da Proteção dos Corpos Hídricos. Art 486: Os lançamentos finais dos sistemas públicos e particulares, de coleta de esgoto em corpos hídricos receptores deverão ser precedidos de tratamento adequado.

Seção II - Da Proteção dos Corpos Hídricos. Art 487: É vedada a implantação de sistemas de coleta conjunta de águas pluviais e esgotos domésticos, patológicos ou industriais.

Seção II - Da Proteção dos Corpos Hídricos. Art 488: As edificações somente serão licenciadas se comprovarem a existência de redes de esgoto sanitário e de estação de tratamento ou de lagoa de estabilização, capacitadas para o atendimento das necessidades de esgotamento sanitário, a serem criadas. Na alínea 1: Caso inexista o sistema de esgotamento sanitário, caberá ao incorporador prover toda a infra-estrutura necessária, incluindo o

tratamento dos esgotos; à empresa concessionária, a responsabilidade pela operação e manutenção da rede e das instalações do sistema. Na alínea 4: Após a implantação do sistema de esgotos conforme previsto neste artigo, a Prefeitura deverá permanentemente fiscalizar suas adequadas condições de operação.

6.4.2. Riscos Epidemiológicos e Ambientais

Contrariando o prescrito nas legislações supracitadas, de fato o que se observam no Rio de Janeiro são as seguintes situações de esgotamento:

- ❑ Áreas esgotadas pelo *sistema separador absoluto*, onde os efluentes sanitários são coletados por rede de esgoto sanitário própria, com destino final adequado;
- ❑ Áreas esgotadas pelo *sistema separador absoluto*, onde os efluentes sanitários são coletados por rede de esgoto sanitário própria, sem destino final adequado;
- ❑ Áreas sem rede de esgoto sanitário, cujos efluentes domésticos passam por dispositivos de tratamento (em condições construtivas e de operação diversas) e são esgotados pelo sistema de drenagem pluvial ou infiltram no solo;
- ❑ Áreas sem rede de esgoto sanitário, cujos efluentes domésticos são lançados no sistema de drenagem pluvial sem nenhum tratamento prévio, caracterizando ligações irregulares;
- ❑ Áreas dotadas de rede coletora, sem unidades de tratamento, com os esgotos sanitários sendo lançados no sistema de drenagem ou subsolo, caracterizando ligações irregulares;
- ❑ Áreas dotadas de rede coletora de esgoto sanitário, que devido a estado deficitário de operação e manutenção, ou por superação da vida útil, não possui estanqueidade adequada, poluindo as águas superficiais, subterrâneas e solos;
- ❑ Áreas onde não existe qualquer tipo de canalização e o esgoto infiltra no solo ou escoar por “valas negras”;
- ❑ Áreas situadas em Unidade de Conservação Ambiental (UCA), compatíveis com a Lei de Zoneamento, de ocupação proibida, desprovidas de sistema de esgotamento sanitário, porém irregularmente habitadas.

Quanto aos esgotos sanitários, os riscos à saúde pública e ambiental dão-se na ausência total, parcial ou na precariedade de seus componentes e dos de drenagem pluvial.

Situação esta que ocorre quando os sistemas perdem sua capacidade de coleta, de estanqueidade no transporte ou quando o efluente coletado não é tratado adequadamente.

A **Figura 56**, apresentada a seguir mostra a enorme mancha de detritos saindo do Canal da Joatinga e poluindo a praia da Barra da Tijuca: reflexo da poluição na região das lagunas de Jacarepaguá.



Figura 56. Poluição da praia da Barra da Tijuca pelo Canal da Joatinga (UERJ EM QUESTAO/Comuns Diretoria de Comunicação n° 80 jan-mar. 2003. Foto: David Zee)

O aporte de esgoto pode ocorrer diretamente na fonte geradora - as habitações - onde a ausência ou precariedade do sistema fará o lançamento no sistema de drenagem, ou no solo, em áreas peridomiciliares, caso não seja possível um tratamento prévio privado. Não obstante, verifica-se poluição por ligações irregulares mesmo em áreas dotadas de rede coletora pública.

As águas e solo tornam-se contaminadas com agentes patogênicos de fontes tais como: ligações prediais, redes coletoras de esgoto sanitário, fossas sépticas, sistema de drenagem previamente contaminado e finalmente, pela defecação a céu aberto por pessoas que não dispõem de nenhum tipo de disposição adequado para as excretas. Quando ocorrem as precipitações, a parcela do escoamento superficial das águas pluviais em solos contaminados gera as “valas negras”.

O estado de conservação e de manutenção do sistema de esgotamento sanitário e pluvial, acrescido das condições de contorno do solo, conforme descrito no item 4.2. determina a quantidade de águas e águas residuárias que entram ou saem das tubulações, ora

atuando como dreno, captando lençol freático e vazamentos de esgotos no solo, ora promovendo a percolação dos esgotos sanitário e pluvial para o solo.

As caixas separadoras (gordura, óleo, areia, etc.) do sistema de coleta e transporte de esgoto, de uma maneira geral, encontram problemas de adequação de projeto, construção e limpeza, bem como de destino final adequado do material retido. Verifica-se que, em muitos casos, estas estruturas, fundamentais para a conservação do sistema como um todo, não exercem sua função básica, transformando-se em “caixas de passagem”. Além disso, existe a lamentável prática de se coletarem os resíduos separados do efluente nestas caixas separadoras e lançá-los na rede coletora de esgoto sanitário, nas galerias de águas pluviais, corpos hídricos ou terrenos baldios, o que também ocorre amplamente com os lodos removidos na limpeza dos tanques sépticos.

Nas áreas que não possuem rede coletora de esgoto sanitário, mesmo quando atendida a recomendação de tratamento prévio, normalmente por tanques sépticos, antes do lançamento nos corpos hídricos ou no solo, geram-se impactos devido à baixa eficiência deste sistema, conforme descrito anteriormente no item # 6.3.1. O mesmo ocorre com as estações de tratamento de redes públicas, que mesmo obedecendo à eficiência concebida (o que é raro) encaminham uma poluição residual. As estações de tratamento de esgoto sanitário (ETE) não são projetadas para atingir 100% de eficiência, e mesmo naquelas onde a remoção é de 99%, dependendo da vazão do efluente, da capacidade de sobrevivência do microorganismo lançado e de sua periculosidade, a permanência de 1% em determinado corpo hídrico pode representar risco à salubridade. A questão está em estabelecer níveis aceitáveis para estes riscos.

A avaliação do sistema de esgotamento sanitário deve considerar situações distintas. Inicialmente, os regimes operacionais normais e os de emergência, provenientes de paralisações de parte do sistema por motivos diversos (obstrução, ruptura de tubulação, falta de energia elétrica, acidentes, etc.), que podem provocar colapsos com transbordamento de esgotos pelos poços de visita e, dependendo das cotas, nas próprias caixas de inspeção, internas ao loteamento das residências. Outra variação está nas condições de estiagem e no período de chuvas fortes.

Os períodos chuvosos potencializam os problemas e ampliam a disseminação das águas residuárias, aumentando a probabilidade de contaminações. As possibilidades de contato com as águas poluídas dos rios pode ocorrer pelo transbordamento nas calhas dos rios, através do remanso das águas pelas tubulações das ligações prediais ou pela expansão dos córregos e “valas negras”. Os corpos receptores estão sujeitos a toda sorte de poluição durante as chuvas. Exemplo marcante se dá na orla marítima com a presença das “línguas

negras” que se formam nas praias, contaminando suas areias e águas, conforme podem ser observadas nas **Figuras 57a, 57b e 57c** a seguir.



Figura 57. Formação de “línguas negras” (Jornal “O Globo”).

A mistura das águas pluviais com esgoto sanitário não resulta unicamente na diluição do mesmo. Além do lançamento das águas residuárias nos corpos d’água pelas tubulações das ligações prediais ou redes públicas de esgoto sanitário, que caracterizam a poluição pontual, a poluição difusa se dá pela drenagem urbana de superfícies poluídas, tais como: vias públicas, áreas industriais, áreas de agricultura intensiva, etc. As chuvas que caem sobre esses locais promovem o carreamento de resíduos sólidos, óleos, pesticidas, nutrientes, metais pesados e outros produtos químicos, propiciando a poluição dos corpos hídricos.

Em países onde o controle da poluição pontual já se encontra satisfatoriamente equacionado, o foco das iniciativas tem se direcionado para o controle da poluição difusa, proveniente da drenagem pluvial. Nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental (EPA) incluiu em 1996, no seu *Plano de Diretrizes para Efluentes*, a poluição por águas pluviais (Von Sperling, 1996).

A perspectiva do controle de poluição difusa parece distante, em um cenário em que nem a poluição pontual tem sido, na prática, controlada. Portanto, a concentração de esforços

e recursos indica a necessidade de se priorizar no Brasil o controle de lançamentos industriais e domésticos pontuais. Não obstante, a poluição difusa e seus efeitos não podem ser desconsiderados, e seu equacionamento deve ser articulado com as fontes pontuais, pois as relações causais destes problemas se inter-relacionam e são interdependentes.

O sistema de drenagem pluvial urbano, devido à precariedade dos serviços ou por sua inadequada interação com as deficiências dos sistemas de esgotamento sanitário, abastecimento de água e gestão de resíduos sólidos, está sujeito a propiciar a transmissão de doenças. Nas enchentes comumente são enfocadas as vítimas fatais, decorrentes das inundações, escorregamentos de encostas ou casas destruídas, subestimando-se os riscos de transmissão de doenças e mortes que podem, inclusive, persistir após a ocorrência de chuvas.

Nos assentamentos humanos pauperizados, esta realidade torna-se mais evidente pelas péssimas condições ambientais. Deve ser compreendida e ratificada na drenagem pluvial sua relevância como uma questão de saúde pública e ambiental, muitas vezes negligenciada.

As **Figuras 58a, 58b e 58c** apresentadas na página seguinte, revelam as condições de insalubridade das habitações da favela Rio das Pedras, em Jacarepaguá, com detalhe para o despejo de esgotos domésticos nos corpos receptores.

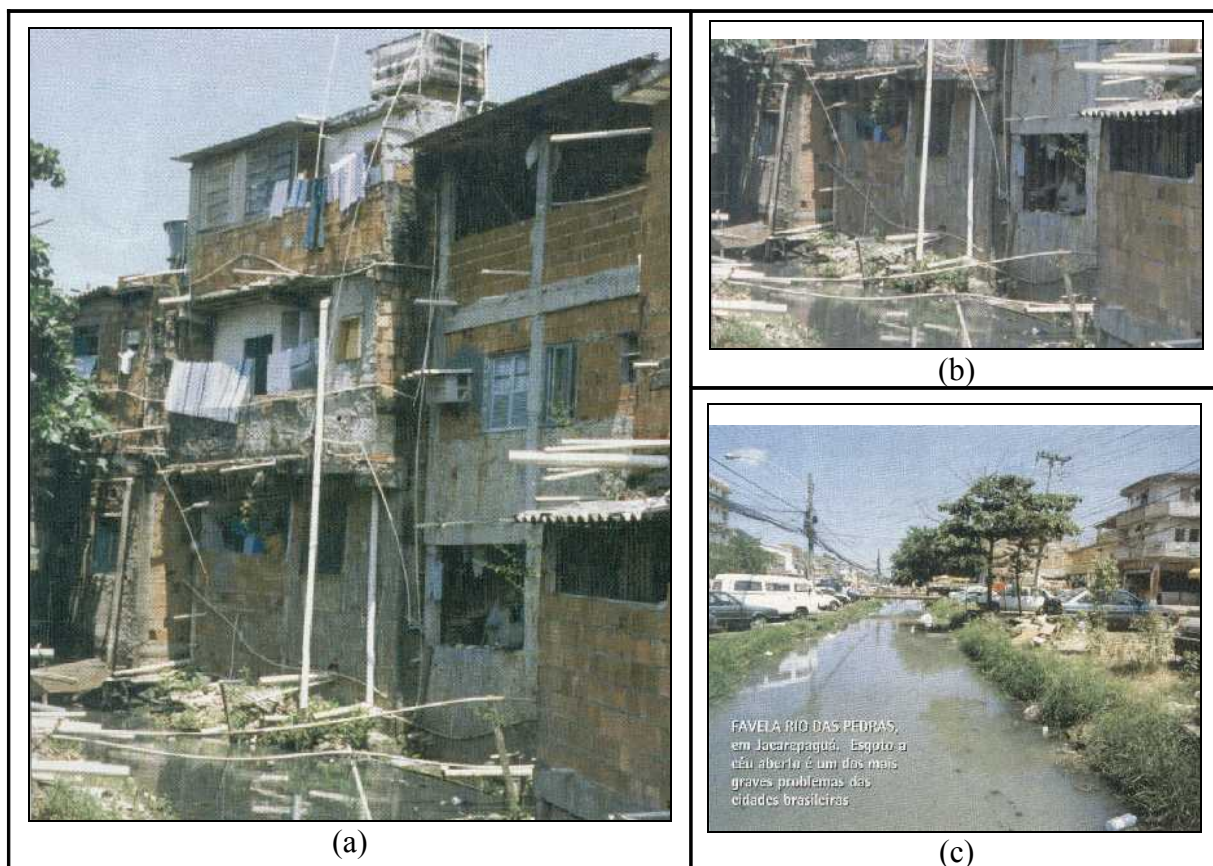


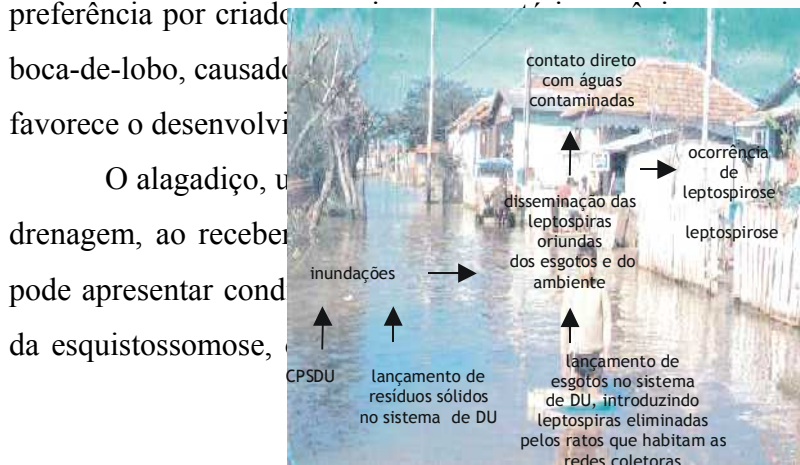
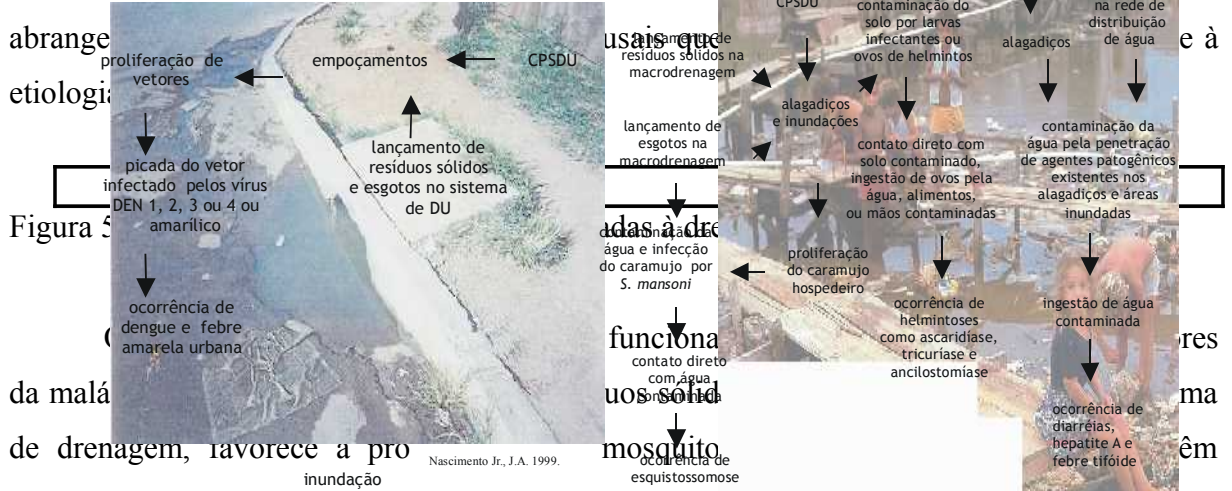
Figura 58. Ligações irregulares de esgoto doméstico na favela Rio das Pedras (Revista CREA-RJ, fev.-mar. 2003).

Através de consulta iterativa a diversos especialistas, Souza et al (2002) desenvolveu um modelo causal, denominado *Carência ou Precariedade dos Serviços de Drenagem Urbana - Ocorrência de Doenças (CPSDU)*, onde classifica as doenças em quatro grupos, a saber:

- **Grupo I:** doenças transmitidas por vetores alados que podem proliferar em empoçamentos e alagadiços, como: febre amarela urbana, dengue, filariose e malária;
- **Grupo II:** doenças cujo agente etiológico utiliza um hospedeiro aquático intermediário que prolifera em alagadiços, como a esquistossomose;
- **Grupo III:** doenças transmitidas pelo contato direto com água ou solo cuja contaminação é favorecida por inundações e alagadiços, como a leptospirose;
- **Grupo IV:** doenças transmitidas por água contaminada por agentes etiológicos que penetram na rede de abastecimento de água pelo contato direto com solos cuja contaminação é favorecida por inundações e alagadiços, como: febre tifoide, febre paratifoide, shigelose, colera e a anidrose.



O modelo causal CPSDU, representado pelas ilustrações, abrange diversas condições precárias de drenagem.



direto com águas contaminadas favorece a ocorrência da doença. Da mesma forma, os esgotos podem causar a contaminação do solo por larvas infectantes ou ovos de helmintos causadores da ascaridíase, da ancilostomíase e da tricuriase. Quanto à ascaridíase, o mecanismo de transmissão consiste na contaminação do solo pela eliminação de ovos do parasita, juntamente com excrementos de indivíduos doentes, seguida da contaminação da água e alimentos e da ingestão destes por indivíduos saudáveis. No caso da ancilostomíase, a contaminação pode ocorrer por meio do contato direto com solos onde estejam presentes larvas infectantes do helminto causador, ou ainda pela ingestão de água e alimentos contaminados por ovos ou larvas. Com relação a tricuriase, os ovos embrionados ou infectantes do parasita, depositados no solo juntamente com excrementos de indivíduos doentes, podem ser ingeridos por meio da água ou alimentos, dando curso à infestação de indivíduos saudáveis (Souza, 2002).

Favorece-se também, a contaminação da água potável distribuída à população por meio de redes de abastecimento, quando estas se encontram em contato direto com água parada. Nesse caso, havendo subpressão na rede, os agentes causais da hepatite A, da febre tifóide e de diversos tipos de diarreia, bem como a cólera, uma vez presente no alagadiço, poderá ser succionado para o interior da rede.

Um ponto de alto risco de contaminação são as cisternas, reservatórios enterrados para acúmulo de água potável. A dificuldade em garantir o fornecimento contínuo de água potável em algumas áreas da cidade resultou na disseminação de cisternas nas residências para reserva a fim de garantir o suprimento nos períodos de descontinuidade no abastecimento. Estas estruturas enterradas tornaram-se vulneráveis mediante o contato com solo e águas subterrâneas contaminadas pela percolação de esgotos sanitários.

As inundações causadas pela obstrução dos sistemas de drenagem pelo lançamento de resíduos sólidos disseminam no ambiente a bactéria do gênero *Leptospira*, aí introduzidas pelo descarte de esgoto sanitário que traz consigo o agente etiológico da leptospirose eliminado pelos ratos que habitam as redes coletoras de esgoto sanitário (Souza et al, 2002).

Os corpos hídricos degradados e as tubulações de esgotos sanitários e pluviais, podem ser “habitats” de ratos, moscas e baratas, que lá encontram fontes de alimento e abrigo. Estes vetores, em interação com populações de microorganismos, são componentes potenciais das cadeias epidemiológicas em ambiente urbano, onde vários mecanismos de regulação de populações estão ausentes. A intensidade desse contato pela ausência ou deficiência dos sistemas de saneamento, é medida pelo confronto entre a densidade populacional humana na área e a população de parasitos. A dimensão cultural amplifica ou diminui os efeitos dessas barreiras, através das condutas e comportamentos individuais e familiares.

O plano diretor de drenagem da cidade do Rio de Janeiro, a ser desenvolvido, deverá, segundo termo de referência de seu edital de licitação, realizar a caracterização e diagnóstico preliminar dos problemas de saúde pública decorrentes da inexistência ou ao inadequado funcionamento dos sistemas de drenagem das águas pluviais e para sua redução e controle, propor ações no sistema (PCRJ, 1999). Este estudo de referência está abordado no item # 7.2.4.

A **Figura 60**, apresentada abaixo, representa esquematicamente a formas em que se dão as trocas entre as diversas fontes de poluição e os corpos receptores entendidos como as coleções hídricas continentais, orla marítima e solo.

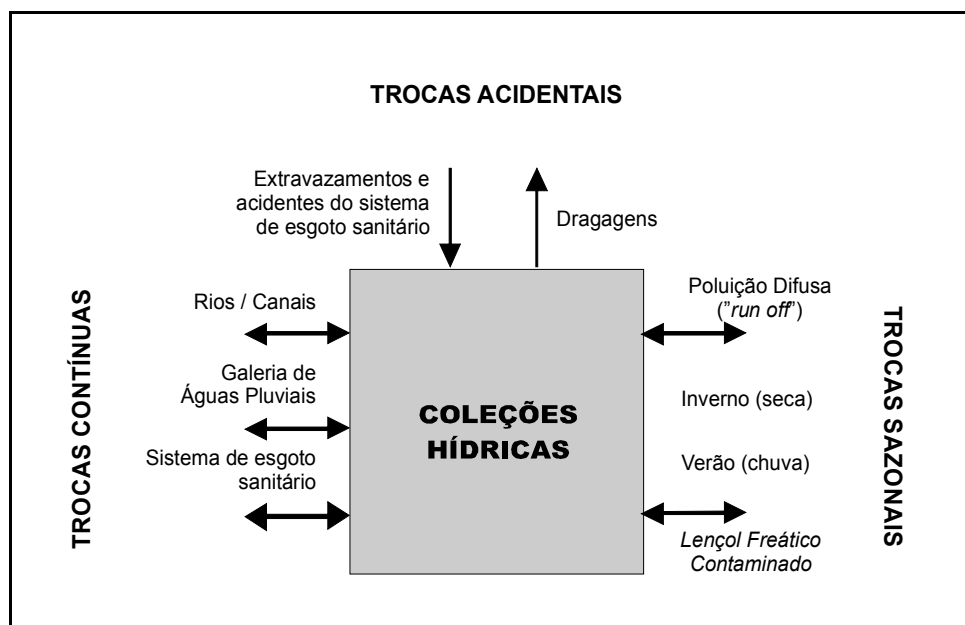
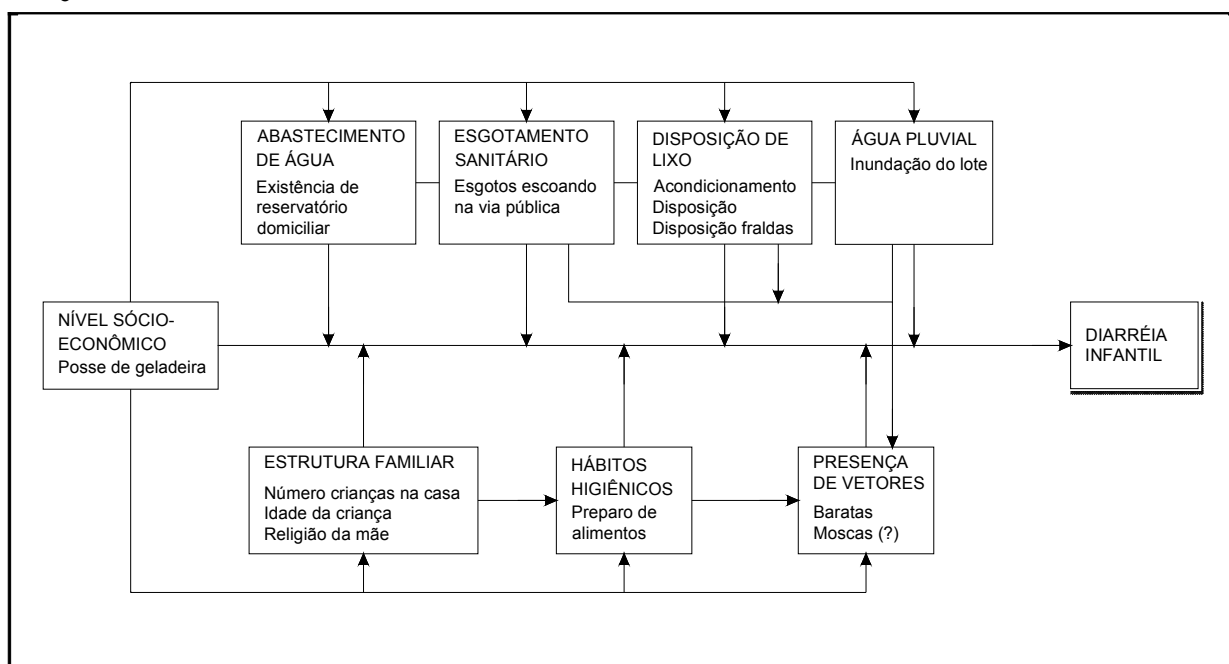


Figura 60. Modelo de troca “esgoto - coleções hídricas” (Adaptado de COPPETEC, 2001).

- Os rios e canais poluídos geram condições vulneráveis de contaminação à população uma vez que os cursos d'água não possuem a devida proteção nas bordas das calhas para impedir possíveis contatos, nem informações sobre os riscos existentes. O poder público, ao negligenciar as informações necessárias à população acerca dos riscos epidemiológicos provenientes das águas de drenagem e dos corpos receptores contaminados, aumenta a possibilidade de contato primário e, conseqüentemente, de insalubridade. De toda a população, são as crianças mais particularmente expostas à contaminação por brincarem ou tomarem banho em águas superficiais contaminadas e sem proteção, ou simplesmente por andarem sobre terrenos contaminados e com “valas negras”.
- Para a redução de casos de morbidade e mortalidade por doenças infecto-contagiosas, a implantação de sistemas adequados de esgotamento sanitário e pluvial são necessárias, mas não suficientes. As doenças normalmente possuem determinantes múltiplos e configuram em alguns casos uma complexa cadeia causal. É necessário, portanto, um conjunto de ações sistêmicas nas diversas escalas espaciais e temporais. Como exemplo, tem-se o estudo do marco causal da diarreia⁴⁵ em crianças de até 5 anos, realizado por Heller, em 1995 (apud Heller, 1997) para a cidade de Betim (MG). O modelo desenvolvido neste estudo de caso, apresentado na Figura 61, a seguir, demonstra a inter-relação condicional entre os sistemas de saneamento, o nível sócio-econômico da população, seus hábitos e a relação com vetores.



• Figura 61. Marco causal da diarreia em Betim, MG (Heller, 1997).

Devido à periculosidade do esgoto sanitário, alguns estudos de aplicação de novos materiais, equipamentos e tecnologias se justificam ou orientam a concepção a fim de diminuir ao máximo o possível contato físico de operários e dos próprios operadores com estes sistemas (Sautchúk, 2001). Mesmo sendo proibida pelas companhias de saneamento, ainda assim, em muitas situações, o contato com esgotos continua ocorrendo. São necessários

⁴⁵ A diarreia constitui sintoma de diversas etiologias, cada qual com seus respectivos fatores de risco. O emprego do indicador de morbidade por enfermidades diarreicas tem sido referendado pelos estudos de impacto das intervenções de saneamento.

para os técnicos de operação e manutenção treinamento e qualificação permanentes. Infelizmente em relação a outros estados, o Rio de Janeiro encontra-se atrasado aos cuidados neste aspecto. O aumento gradual de mão de obra terceirizada reduz a qualidade dos serviços, dificultando o processo de aperfeiçoamento contínuo e aumentando os riscos embutidos.

6.5. Discussão

O fato de os coletores de drenagem pluvial receberem aportes de esgoto sanitário devido as interconexões, em áreas contempladas pelo sistema *separador absoluto*, não o torna um sistema *unitário*, uma vez que o tipo de efluente define diversas características das unidades que compõe os respectivos sistemas. Além disso, cada concepção deve ser previamente estabelecida e dimensionada para suas próprias condições operacionais. Os esgotos sanitários, diferentemente das águas pluviais, não podem ser transportados em canais (seção aberta), mas em condutos subterrâneos que garantam a estanqueidade necessária. Outrossim, estes efluentes não podem ser lançados nos corpos receptores sem tratamento prévio, o que é permitido às águas lançadas pelas galerias de águas pluviais.

Portanto, o transporte de esgoto sanitário pelo sistema de drenagem pluvial e o aporte de águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário, conforme detalhado no subitem # 6.3., são situações atípicas ao *sistema separador absoluto*. Para serem implementadas deveriam ser submetidas à rigorosa análise de alternativas, devidamente justificadas e subsidiadas por estudos de impacto ambiental, que considere os riscos sanitários e ambientais.

Em sistemas *unitários* adequadamente concebidos e projetados, dispositivos de regulação e manobras, bem como vertedores e tanques de acumulação, reduzem apreciavelmente a poluição dos corpos receptores. Após a ocorrência de chuvas, a água armazenada pode ser bombeada para estações de tratamento. A aplicação de extravasores em um sistema de esgotamento do tipo *unitário ou misto* requer estudos de hidrogramas de contribuições a fim de se conhecer a frequência, as vazões e os volumes de extravasamento, mantendo-se assim as condições de qualidade desejadas para os corpos receptores. Este esgotamento é concebido para tratar um determinado limite de vazão, superior à vazão de tempo seco, podendo inclusive, contemplar tanques de acumulação capazes de reter determinado volume de água pluvial correspondente a um tempo de recorrência fixado (Tourinho, 2001). Desta forma, o projeto sofre uma análise de custo-benefício, onde os riscos sanitários e ambientais devem estar inseridos, sendo os extravasores, parte da operacionalização do sistema. Situação completamente distinta da que vem acontecendo desde longa data, na cidade do Rio de Janeiro.

O próprio *Interceptor Oceânico da Zona Sul*, projetado para receber, além das contribuições do sistema de esgotamento sanitário, os esgotos que afluíam das galerias de drenagem contribuintes à orla marítima - subsistema concebido como unitário - passaram a ter, por acúmulo de problemas operacionais, a disfunção de extravasar os esgotos coletados, promovendo a poluição das praias em determinadas condições de chuvas.

Estas improvisações emergenciais quase nunca são desfeitas, deixando o sistema sujeito a mau funcionamento hidráulico, sem autolimpeza, com incremento de material sedimentável, distanciando-se da original organização de esgotamento das bacias. Esta desfiguração é um empecilho a estudos, projetos e análises de desempenho. Em muitos casos, não há registros destas obras, nem identificação dos extravasamentos e rompimentos na rede.

Quanto as interconexões dos sistemas de esgotos provenientes de inadequadas instalações prediais e ligações prediais nos coletores públicos, assunto já devidamente detalhado, vale, neste momento, ressaltar sua relevância através das palavras, ainda atuais, de Brito (Obras, v.II, 1909): “*não raro deverão atribuir ao mau funcionamento do esgoto - o intestino da casa - certos males que em vão procurem combater nos moradores doentes, será então preciso sanear a casa para curar o doente*”.

Mesmo com a permuta de poder, os diversos governos de estado identificam os extravasores e as ligações prediais irregulares como um problema que deve ser solucionado, conforme apresentado no item # 6.3. Entretanto, até o momento não foi implantado nenhum programa contínuo em larga escala, que priorizasse esta finalidade e possibilitasse recuperar a configuração original dos sistemas, orientando-se por estudos, projetos e cadastros técnicos.

As soluções atípicas ao sistema *separador absoluto*, decorrentes das interconexões arbitrárias, sem projetos formais de alteração, improvisadas, ou mesmo as concebidas e fundamentadas em projetos, conforme apresentado nos subitens # 6.3.2. e 6.3.3, são implementadas com a precária justificativa da viabilidade emergencial ou provisória, mas muitas vezes acabam por funcionar definitivamente, com reflexos sobre a eficiência dos sistemas de saneamento e sua credibilidade.

Parece redundante a afirmação de que os sistemas devem operar conforme concebidos em projetos. Não obstante, observa-se ser este um dos maiores problemas dos sistemas de esgotos do município do Rio de Janeiro. As práticas precárias e informais de operacionalização da rede coletora de esgoto sanitário são, em muitos casos, executadas sem a mínima condição técnica, limitando-se a impedir o transbordamento de esgotos nas vias públicas. Com isso, não são avaliados os impactos dos sistemas envolvidos no meio ambiente. A falta de cadastro do sistema e de suas alterações torna-o vulnerável, como se constata na

avaliação da auditoria ambiental da Lagoa Rodrigo de Freitas (COPPETEC, 2001), que pode, inclusive, ser estendida para outras áreas da cidade.

(...) Com efeito a indisponibilidade nos locais de trabalho de documentos técnicos de engenharia (por exemplo, plantas de situação e cortes & elevações, folhas de dados de equipamentos e fluxogramas de engenharia, entre outros), a deficiência da comunicação entre o cadastro e as unidades operacionais (o que determina a não revisão & atualização dos desenhos das instalações para manutenção), a inexistência de procedimentos operacionais escritos e documentados e consolidados em um Manual de Operações (tanto os relacionados com a operação do sistema em regime normal, quanto os relacionados com situações e eventos de emergência), a inexistência de um programa de inspeção e manutenção preventiva dos elementos do sistema (a manutenção é corretiva, sendo, a maioria das vezes, iniciada por situações de anormalidade operacional; em uma palavra: “manutenção tipo apagar incêndio”) e a constatação da não realização de treinamento do operadores, caracteriza um quadro de improvisação gerencial.

Nas **Captações de Tempo Seco**, também atípicas, para sua aplicação adequada, deve-se verificar o excedente de vazão, conhecer a frequência dos extravasamentos, as vazões e os respectivos volumes dos esgotos eliminados nos corpos hídricos (Goldenfum et al., 1997). Ao que tudo indica, este estudo não é realizado no Rio de Janeiro e conseqüentemente, não são avaliados os impactos no sistema de drenagem pluvial e nos corpos receptores. Este recurso também é feito, de forma precária, diretamente nas galerias de drenagem, através da implantação de soleiras vertentes nos próprios condutos.

A aplicação da idéia de coletar e tratar apenas as vazões de “tempo seco” do sistema pluvial conectado ao esgotamento sanitário conduzirá certamente a um sistema não confiável. Por ocasião das cheias, o esgoto sanitário misturado às águas pluviais sem tratamento continuará a ter como destino final o solo, as coleções hídricas continentais e a orla marítima, aumentando o risco epidemiológico das inundações.

As **Galerias de Cintura** ao longo da orla marítima da Zona Sul foram utilizadas para transferir os poluentes para outros pontos menos valorizados ou visíveis em um dado momento, mantendo-se o problema. Algumas foram conectadas ao emissário e outras, posteriormente adequadas a esta situação.

A questão ficou reduzida à destinação final mais adequada das águas residuárias. Esta alternativa mantém as águas transportadas pelas galerias de águas pluviais poluídas pelo aporte irregular de esgoto sanitário. Os pontos de deságüe das galerias de drenagem distribuem-se naturalmente por toda a orla marítima e a implantação de galerias de cintura para impedir a poluição das praias pelas *línguas negras* se torna ineficaz, não garantindo a segurança do sistema diante de chuvas intensas.

Com esta superposição de barreiras sanitárias, não se considera a necessidade de melhorias no sistema de esgotamento sanitário, concebido exatamente para impedir a poluição das praias, dos sistemas de drenagem pluvial e do solo. Atualmente as línguas negras se espalham por vários pontos da orla marítima, inclusive nos trechos contemplados por estas galerias de cintura, que inclusive se encontram depreciadas.

A opção pelos *Aterros e Desvios de Rios e Canais* incorre no mesmo erro de transferência de poluição, solução que no passado podia ter alguma justificativa, atualmente se torna obsoleta e inadequada, frente à limitação dos recursos naturais, à condição de saturação da cidade e seu entorno e à consciência ambiental.

No caso da Lagoa Rodrigo de Freitas permanece o impasse, a partir do momento que não se opte pela recuperação dos rios afluentes aos canais e do monitoramento destes.

Para o rio Guandu, a proposta de transferência do deságüe dos rios dos Poços, Queimados e Ipiranga, de montante para jusante do ponto de tomada d'água, mesmo com a proposta de tratamento pontual no final curso do rio, significa incorrer em erro, pois não recupera a condição ambiental ao longo da bacia hidrográfica, a qual não dispõe de redes de esgotamento sanitário. Com a possível implantação de nova estação de tratamento no rio associada ao desvio reitera-se a superposição de barreiras sanitárias.

Mesmo nos países com excelentes meios de controle técnico de equipamentos públicos, as duas redes de esgotos jamais atingem uma total separação. A diferença está no nível desta interconexão e na respectiva vulnerabilidade e comprometimento do sistema que, em nosso caso, vem tornando-se incapaz de atender às premissas ambientais, o que é exemplificado pelo estado de degradação das coleções hídricas.

Deve-se procurar equilibrar o grau de eficiência ou nível de segurança sanitária e ambiental requerida à disponibilidade de recursos para implantação, operação e manutenção. Não obstante, estes recursos devem ser suficientes para que a capacidade de proteção dos sistemas seja efetiva e não resulte em desperdício de investimentos em sistemas obsoletos, podendo eliminar as vantagens que o *sistema separador absoluto* possui frente aos outros tipos de esgotamento.

A desatenção com as causas da poluição dos corpos hídricos vem trazendo aumento do nível e expansão desta, o que resulta no acréscimo dos níveis de tratamento de água, com a implantação de tecnologias cada vez mais sofisticadas e superposição de tratamentos com a implantação de barreiras múltiplas de estações ao longo do curso das águas, requerendo insumos de produtos e energia cada vez mais vultosos. Dada a poluição das águas, o processo denominado “filtração rápida”, antes considerado o ápice em termos de tratamento de água, está hoje em dia comprometido (Kligerman, 2001).

Até mesmo o principal manancial que abastece a cidade do Rio de Janeiro vem sofrendo com a poluição por esgotos sanitários e industriais. Os problemas ocorridos no verão de 2002 tiveram como principal destaque as algas azuis - cianobactérias - que proliferam em ambientes aquáticos poluídos por esgotos.

Segundo a CEDAE, em artigo publicado na *Revista da FAPERJ* (2002), há cerca de seis anos é adicionado ao tratamento, junto ao sulfato de alumínio, sais de ferro e polímeros, e estão em estudo novos produtos químicos para otimizar e intensificar o tratamento. Há dez anos os filtros funcionavam 24 horas seguidas. Hoje a operação de limpeza, pode ser readequada para 18 ou 12 horas.

Atualmente, a tecnologia de tratamento de água vem necessitando de técnicas adicionais aos processos denominados “convencionais”⁴⁶, dentre eles: a oxidação química, adsorção em carvão ativado e filtração em membranas de alta pressão, que foram evoluindo e sendo adicionadas ao processo, em decorrência do aumento do nível e variedade de poluentes. Isto gera a necessidade de mudança nos limites de parâmetros e a incorporação de outros, decorrentes de novos contaminantes, inclusive por suas ações sinérgicas.

Vale ressaltar que todas estas alterações partem do pressuposto de que haja uma administração eficiente das estações de tratamento, com recursos suficientes e contínuos para atender as novas demandas operacionais.

O aumento da eficiência dos tratamentos gera acréscimo nos rejeitos líquidos e sólidos que saem das estações. O lodo gerado necessita de soluções e disposição final adequada e definitiva para não impactar o meio ambiente.

Os problemas no tratamento dos esgotos sanitários começam antes da chegada nas estações. Com a fragilidade dos sistemas de coleta e transporte, estas estações ficam com suas rotinas operacionais e gerenciais comprometidas. A concepção adotada no Rio de Janeiro possui como característica a concentração das águas residuárias em unidades de tratamento de grande porte. Entretanto, o não atendimento à eficiência concebida pode resultar no agravamento das condições ambientais. As ETEs devem estar submetidas, portanto, a um controle operacional rigoroso e sistemático.

A proposta da *Estação de Despoluição do Rio Carioca* e de outras novas estações em cursos d'água no país e no Rio de Janeiro minimiza o problema da poluição hídrica, como no deságüe na praia do Flamengo, mas não deixa de ser paliativa. Sua eficácia ainda há de ser comprovada no caso de ser feito algum monitoramento ambiental, tanto nos aspectos epidemiológicos como mesológicos.

⁴⁶ As estações de tratamento de água, do tipo convencionais, são constituídas pelos processos: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção.

Não se pode concordar que uma intervenção atípica seja ambientalmente satisfatória. Sua própria concepção encerra caráter emergencial, provocado pelo acúmulo histórico dos problemas de defasagem e manutenção dos sistemas de esgotamento sanitário e pluvial. O tratamento somente no desemboque propõe-se a garantir a balneabilidade da praia, próximo ao deságüe, mas não devolve à população local o curso do rio, que permanece poluído.

Neste caso, esta concepção é agravada por passar em áreas contíguas densamente ocupadas por diversas classes sociais, incluindo comunidades carentes, dentre outros serviços, da eficiência dos sistemas de saneamento. No passado, diversas iniciativas foram implementadas visando à despoluição deste importante rio, conforme apresentado no trabalho **Anexo**. Diante da implantação da estação, estas passaram a ser secundarizadas, quando não inviabilizadas. A ampliação desta alternativa assume conceitualmente a ineficiência dos sistemas de esgotos enquanto barreiras sanitárias e transforma oficialmente o próprio rio em um *canal de esgoto*, permitindo o contato deste com a população, principalmente a infantil. Projetos como estes prevêm e legitimam a contaminação por esgoto sanitário e industrial.

A complexidade operacional deste sistema, relacionada com os altos custos dos insumos, elencados no subitem # 6.3.3., além das dificuldades decorrentes da ampla faixa de vazão do rio e da constante mudança no grau de poluição de suas águas, o torna muito oneroso. Esta variação quantitativa e qualitativa das águas a serem tratadas, associada aos altos custos de operação e manutenção, pode comprometer sua eficiência e eficácia.

Outro ponto a se considerar é a interligação com as águas da Baía de Guanabara, cuja hidrodinâmica é condicionada aos movimentos das marés astronômicas e outras variáveis ambientais peculiares das áreas costeiras que podem trazer problemas no regime de operação e tratamento em uma estação tão próxima ao deságüe.

Atuando na conseqüência da falta de coleta e transporte dos esgotos sanitários gerados, a ***Estação de Despoluição do Canal da Rocinha*** não impede a proximidade dos resíduos com a população, pois nas áreas peridomiciliares não há melhoria nas condições sanitárias. O resultado do tratamento proposto só será percebido na praia de São Conrado, cartão postal da cidade. Como apontado na implantação dos sistemas condominiais, a solução neste caso requer sustentabilidade, só possível mediante o envolvimento da comunidade. As alternativas tecnológicas que não levam em consideração os usuários dos equipamentos desvinculam-se de qualquer processo de mudança social.

A ***Estação de Tratamento de Praias***, representada aqui pelo Parque Ambiental da Praia de Ramos, coincide com a alternativa anterior em não eliminar as fontes de poluição do corpo receptor, neste caso as praias. Prioriza o tratamento das águas já poluídas para o uso em atividades recreativas de balneabilidade. Novamente, outras ações integradas relativas à

melhoria efetiva do ecossistema marinho foram secundarizadas. A implantação de uma piscina artificial não devolveu ao carioca, e suprimiu ao ecossistema, a praia de Ramos, outrora intensamente usufruída. Neste caso há uma superposição de ações, uma vez que esta área está contemplada no PDBG, o que até o momento não trouxe melhorias significativas ao controle da poluição desta área.

Algumas das estruturas existentes no Rio de Janeiro estão representadas esquematicamente nos fluxogramas apresentados nas páginas seguintes. A **Figura 62** representa a *Solução Convencional Eficiente*, onde o ciclo antropogênico das águas segue um fluxo bem definido nas fases de entrada e saída dos processos.

Neste fluxograma está representada a possibilidade da prática do reúso de esgotos domésticos tratados para fins não potáveis, tais como: atividades agrícolas, urbanas, industriais, paisagísticos, recreacionais, etc. Isto se dá através do aproveitamento direto das águas anteriormente utilizadas, uma ou mais vezes, para suprir demandas de outras atividades, ou de uso original (Giordani, 2003). Esta alternativa vem sofrendo intenso desenvolvimento tecnológico com altos investimentos, plenamente justificados pela limitação dos ecossistemas em assimilar o atual aporte de esgotos e a necessidade de racionalizar o consumo de água.

O aproveitamento de subprodutos das atividades humanas aponta como uma das melhores alternativas no controle da poluição visando à otimização da utilização hídrica e a melhoria da qualidade ambiental. Esta otimização se dá pelo uso racional das águas para as diversas funções residências (profiláticos, cocção e fisiológico), descritos no subitem # 4.2., como reduz o aporte de esgoto nos corpos hídricos, diminuindo o nível e extensão da poluição e a pressão sobre os ecossistemas nos dois extremos do fluxograma. Esta concepção transforma resíduo em matéria-prima e vem de encontro aos princípios estabelecidos na *Agenda 21* estando em consonância ao conceito de desenvolvimento sustentável, abordado no item # 5.1.

As estações de tratamento de água e esgoto com suas respectivas redes obedecem de forma eficiente as funções claramente definidas de barreiras de proteção às atividades antrópicas e de proteção mesológica, respectivamente, permitindo assim o processo de assimilação dos ecossistemas. Nesta parcela do ciclo das águas não pode ser encarado como fechado por não ser permitido o lançamento direto de efluentes nos mananciais.

Na **Figura 63**, estão representadas as *Soluções Atípicas Insustentáveis*, que diferem significativamente do fluxograma anterior, pois além de possuírem o encaminhamento convencional do sistema de esgotamento sanitário, representado em seu término pelas estações de tratamento de esgoto ou pela disposição oceânica através do emissário submarino, o esgoto sanitário subdivide-se indevidamente na rede coletora por caminhos distintos nos

subsistemas de drenagem pluvial. Mesmo no sentido convencional, está identificada a sobrecarga submetida a ETA (Guandu) para tratar as águas poluídas do manancial e o deficitário tratamento dos esgotos.

A contribuição direta dos esgotos residenciais (representada pelo consumo humano) para os corpos hídricos também se dá através das ligações prediais irregulares. Parcelas de esgotos são lançadas diretamente nas coleções hídricas, ou preliminarmente no sistema de drenagem pluvial, através dos extravasores da rede coletora pública. A interconexão entre as redes coletoras de esgoto sanitário e pluvial se dá nos dois sentidos, uma vez que os aportes indevidos ocorrem nessas duas situações em condições peculiares.

Na tentativa de trazer de volta parcela dos esgotos sanitários, antes perdidos pelo sistema de esgotamento sanitário, são implementadas estruturas de captação de tempo seco nas galerias de águas pluviais contaminadas. Outra iniciativa consiste em interceptar as galerias de águas pluviais pelas galerias de cintura e pelo interceptor oceânico. Em todas estas situações verificam-se deficiências com o extravasamento nos corpos hídricos.

Estão representadas também as *estações de tratamento atípicas* do rio Carioca e do Parque Ambiental de Ramos, ambas destinadas a garantir a balneabilidade perdida nas praias pela poluição advinda das situações citadas anteriormente. Os lodos separados no tratamento dessas estações são lançados nas redes coletoras de esgoto sanitário e encaminhados para as estações de tratamento de esgoto convencionais, para novamente serem separados para destino final adequado, como os aterros sanitários.

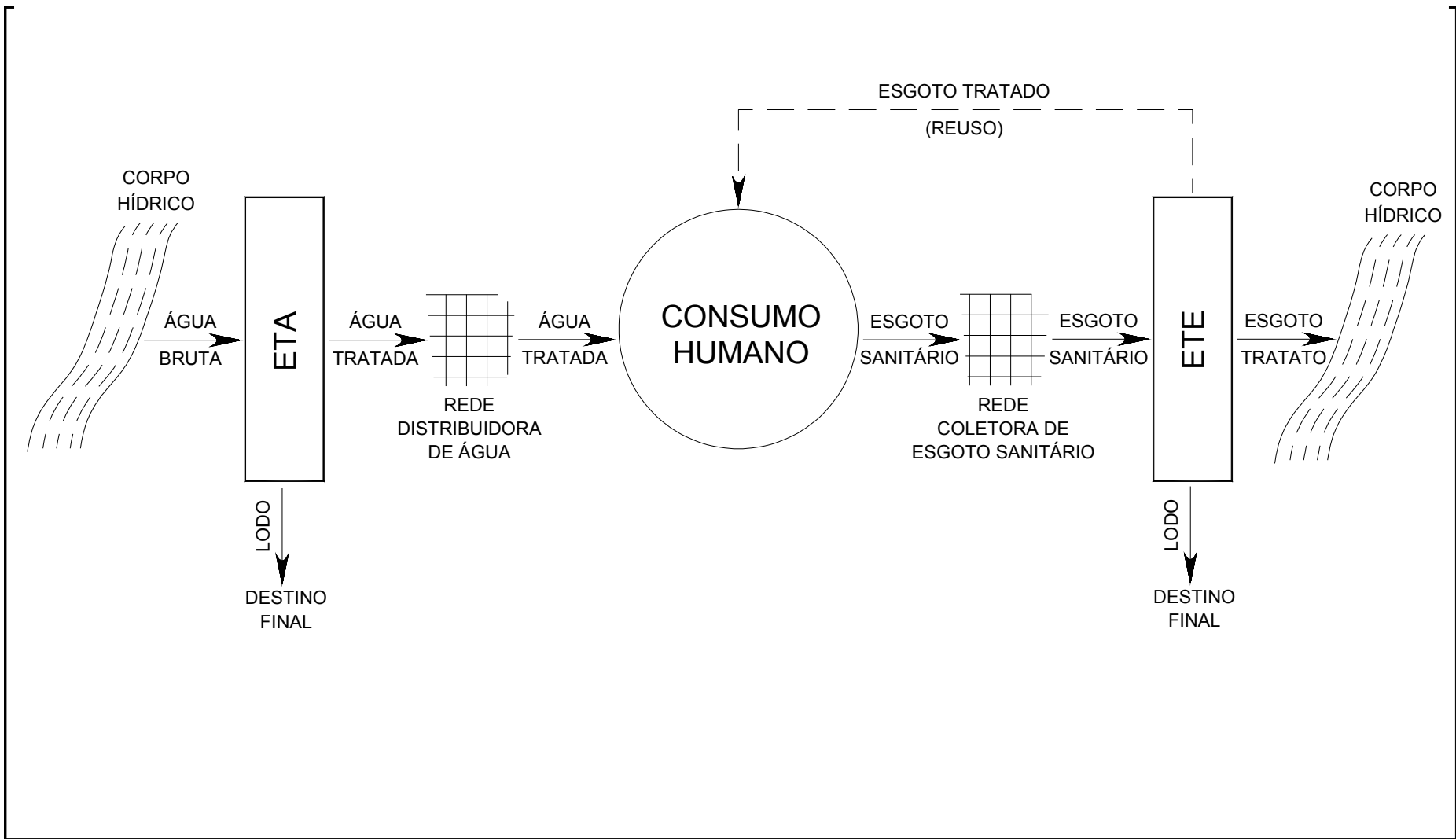


Figura 62. Fluxograma da “Solução Convencional Eficiente”.

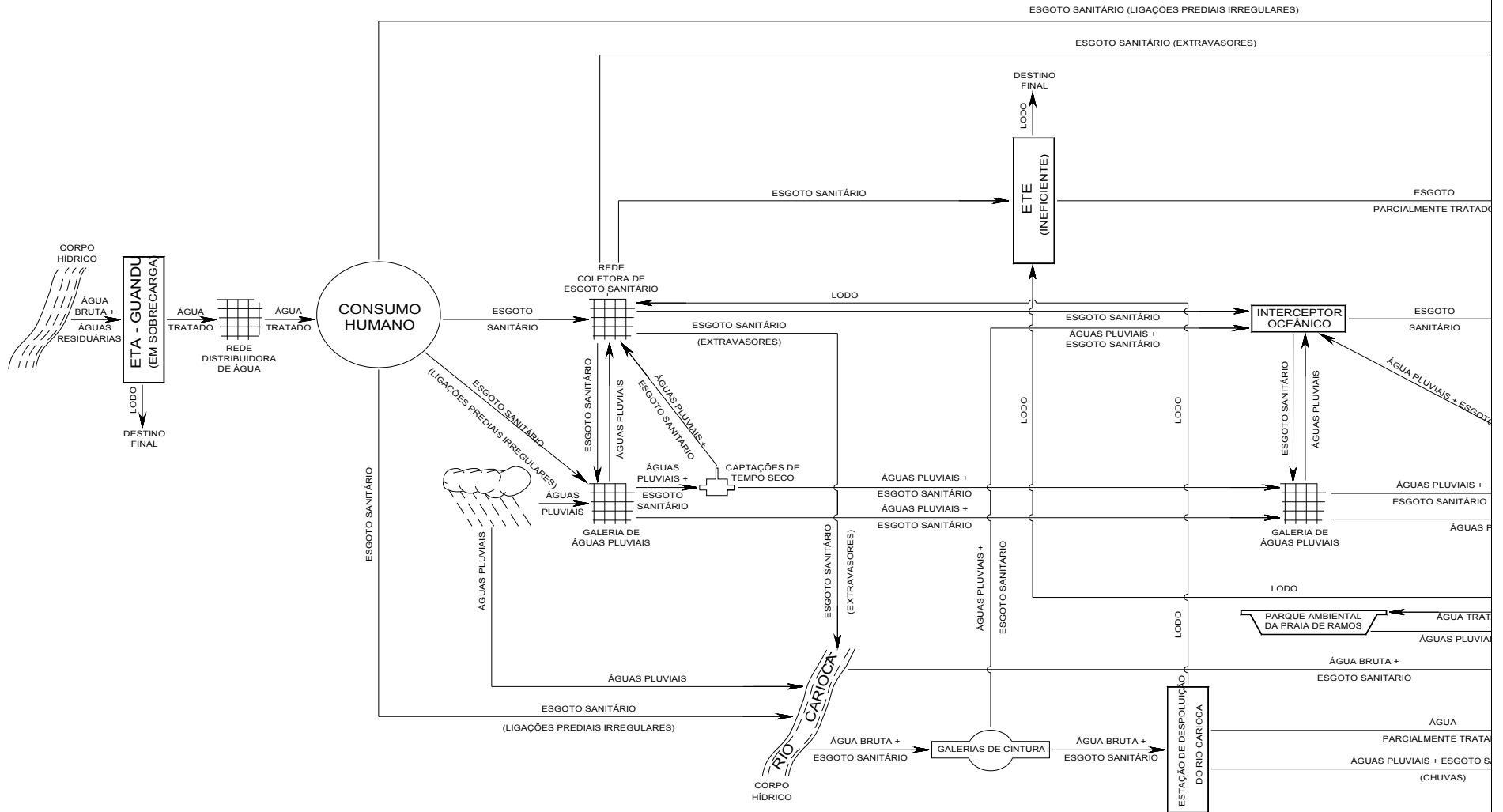


Figura 63. Fluxograma das “Soluções Atípicas Insustentáveis”.

O aspecto que generaliza as intervenções aqui abordadas obedece a um padrão tecnológico complexo, envolvendo altos custos de implantação, operação e manutenção. A solução tecnológica e construtiva escolhida mantém as condições atuais de degradação ambiental dos corpos hídricos e não impede o incremento progressivo e cumulativo das fontes de poluentes provenientes das interconexões.

As diversas estruturas e condições de operação atípicas, gradualmente adotadas nos sistemas de esgotos do Rio de Janeiro, apresentam-se cada vez mais insustentáveis, sob as perspectivas operacional, sanitária e ambiental, com consumo de espaço, tempo e energia elevados, fato evidente ao se extrapolar para uma possível necessidade de tratamento artificial em todos os rios e praias poluídos.

O poder público não deve estar vulnerável a antecipação de soluções, devido às naturais pressões exercidas pelos interesses dos envolvidos, como construtores, projetistas e vendedores de equipamentos, além da própria pressão política exercida pela população, carente de espaços públicos para lazer e ansiosa por respostas imediatas.

A compreensão de pluralidade e da não neutralidade das opções técnicas, tangíveis ou não, as suas múltiplas determinações e a estreita vinculação entre estas opções tecnológicas e seus impactos sociais e ambientais (Tudela, 1982 apud Kligerman, 1995).

As práticas adotadas, em sua grande maioria, desconsideram o papel fundamental exercido pela população atendida, que alijada das alternativas implementadas, não desempenha uma postura pró-ativa de valorização e proteção dos sistemas de esgotos e dos corpos hídricos, mantendo-se com isso, hábitos e costumes indevidos, arraigados culturalmente, alimentados pela falta de educação sanitária e ambiental, impactando negativamente os sistemas naturais e artificiais com seus resíduos.

Os padrões tecnológicos devem ser revistos no sentido de garantirem uma melhor qualidade ambiental, aproximando-se do conceito de *tecnologia apropriada*, que parte da idéia de que a tecnologia não seja somente técnica e econômica, mas adaptável ao meio ambiente sócio-cultural da inovação e que desenvolva a autoconfiança da comunidade. Implica em um julgamento tanto dos que desenvolveram a tecnologia como daqueles que vão utilizá-la e dela se beneficiar (Kligerman, 1995).

A análise de que o sistema deve ser entendido como um todo constituinte do ecossistema urbano é pertinente para a abordagem dessas questões, uma vez que as soluções a serem adotadas nos componentes dos sistemas trazem reflexos ao conjunto, em relações cíclicas e cumulativas.

O esgotamento sanitário da Cidade do Rio de Janeiro é de responsabilidade do Estado, através da CEDAE. A drenagem pluvial é de competência da PCRJ, através da Fundação

Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro (Rio-Águas). O que se verifica é que não existem ações integradas entre estes órgãos, estando as intervenções de ambas ocorrendo, como se fosse possível, de maneira autônoma entre si, não levando em consideração a alta interdependência destes sistemas.

O controle do aporte de esgotos, o manejo ambiental e até mesmo a revitalização de rios são, sem dúvida, as melhores formas de recuperação da qualidade ambiental de qualquer corpo d'água. Tais ações dependem mais de vontade política que da execução de obras fragmentadas ou desarticuladas, ou de um único programa de governo. Devem estar relacionadas à melhoria dos atuais sistemas de esgotamento (sanitário e pluvial) e a um planejamento ambiental urbano que considere a inter-relação entre os sistemas de saneamento, a sociedade e o ecossistema, em sua forma mais abrangente.

Pelo acima exposto, conclui-se que o equacionamento desta problemática, enquanto um conjunto de ações que não contemplem monitoramento, controle e fiscalização na redução dos aportes de poluição através de um programa contínuo de eliminação das interconexões apresenta-se inadequado, devendo haver uma mudança de curso nas soluções implementadas no controle da poluição urbana dos corpos hídricos, proposta abordada no próximo capítulo.

Em tese, o sistema separador absoluto adotado no país é, via de regra, considerado por muitos o mais adequado e de maior segurança sanitária e ambiental. Não obstante, outras alternativas, em condições específicas, podem ser mais recomendáveis, desde que sejam adequadamente projetadas, construídas e operacionalizadas. As condições planialtimétricas e mesmo as de economia social podem variar dentro da mesma cidade, exigindo que se procure, através de investigação local, em cada processo, os elementos mais adaptáveis em cada sítio, de modo a firmar com critérios técnicos, a melhor alternativa de esgotamento.

A compreensão do problema e a proposição de alternativas técnicas fazem parte da aplicação e do próprio exercício da engenharia. O fato dos sistemas de esgotos envolverem questões hidráulicas, eletromecânicas, construtivas, topográficas, ambientais, sociais, de hábitos e higiene, etc., requer estudos detalhados que contemplem todos estes aspectos a fim de se obterem soluções duradouras e sustentáveis.

7. VALORIZAÇÃO DAS COLEÇÕES HÍDRICAS - UMA NOVA PERSPECTIVA

“O que as pessoas não compreendem, não valorizam; o que elas não valorizam não protegem, e o que não protegem elas perdem” (Charles Jordan).

7.1. Generalidades

A água se distribui nos diferentes reservatórios do planeta: oceanos, geleiras, rios, lagos, represas, solos e atmosfera, ficando cada vez mais indisponível para aqueles que não zelam pela qualidade das coleções hídricas e de suas nascentes.

A relação entre os corpos hídricos e o esgotamento sanitário é naturalmente interdependente, uma vez que pertencem ao mesmo ciclo antropogênico de uso das águas, em que há a captação deste recurso mineral, sua adução, tratamento, reservação e distribuição para os diversos usos. Geram-se os efluentes que por sua vez devem ser coletados, transportados e tratados para poderem ter como destino final as coleções hídricas. A água pode ser considerada elemento integrador de planejamento das ações antrópicas. A sua qualidade deve ser vista como ponto de partida e de chegada na perspectiva de construção de uma gestão ambiental integrada entre saneamento e saúde.

O planejamento urbano ambiental deve compreender o ciclo hidrológico (incluindo-se a fase antropogênica) como elemento-chave na gestão do saneamento dos centros urbanos, monitorando o estado do meio receptor, as fontes poluidoras e o impacto dos poluentes sobre os cursos d'água, gerando informações que condicionem a regulação dos níveis de tratamento dos rejeitos urbanos em função do estado atual dos corpos hídricos para o estabelecimento de metas de qualidade que devem ser, acima de tudo, fiscalizadas, para de fato minimizarem os impactos ambientais.

Os sistemas urbanos devem estar integrados a fim de constituir uma estrutura ampla e ambientalmente saudável na organização complexa, dinâmica e instável das cidades. A defesa do meio ambiente é ao mesmo tempo uma premissa, uma análise impermeada e um objetivo final. A combinação das diversas atividades, bem como a importância de cada um dos sistemas, variarão segundo as taxas de produção de resíduos, as condições físicas e sócio-econômicas locais e as prioridades estabelecidas pelo poder público, fundamentalmente.

O sistema de esgotamento sanitário, enquanto barreira sanitária e ecológica dos meios: hídrico, edáfico, atmosférico e antrópico, deve estar articulado principalmente com o da drenagem urbana, o parcelamento, ocupação e uso dos solos, o sistema viário e a gestão dos resíduos sólidos.

A bacia hidrográfica, além de se configurar como um ecossistema propício ao gerenciamento prático, possibilita a medição e avaliação do quanto as sociedades humanas interferem nos sistemas naturais e quais as conseqüências para a sustentabilidade das cidades. Esta possibilidade de controle se dá principalmente através de indicadores de quantidade e qualidade do sistema de drenagem da bacia, face ao papel integrador da água no ecossistema (Schult, 2000).

Na publicação *Revitalização de Rios - Orientação Técnica*, da antiga Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Rio de Janeiro, 2001) afirma-se a importância do reconhecimento dos seguintes aspectos:

- ❑ Rios e córregos são mais que simples transportadores de água;
- ❑ Rios e córregos devem ser protegidos contra lixo e esgotos com vistas à saúde pública;
- ❑ Rios e córregos necessitam de espaço natural de escoamento, suficiente para evitar os danos provocados pelas enchentes;
- ❑ Rios e córregos são áreas de recreação, esporte, lazer e contemplação;
- ❑ Rios e córregos têm influência determinante no bem-estar e equilíbrio emocional do homem, o que torna relevante a preocupação com as paisagens;
- ❑ Rios e córregos têm papel decisivo no processo histórico de desenvolvimento dos núcleos urbanos e das comunidades rurais;
- ❑ Rios e córregos são ecossistemas complexos;
- ❑ Rios e córregos apresentam múltiplos usos, mas precisam de quantidade e qualidade mínimas para sua sobrevivência;
- ❑ Rios e córregos necessitam da assistência e do envolvimento da população na sua preservação;
- ❑ Rios e córregos não são somente áreas de exploração econômica para o homem;
- ❑ Rios e córregos são essenciais à vida.

Barros (1995) considera a água sob três aspectos distintos: enquanto elemento ou componente físico da natureza, ambiente para vida aquática e fator indispensável à vida. Enquanto elemento ou componente físico da natureza promove a manutenção da umidade do ar e a estabilidade climática.

A inserção das coleções hídricas no ambiente é essencial ao equilíbrio do ecossistema urbano. A conveniência de um maior contato com os corpos hídricos naturais e artificiais se dá sob várias justificativas, algumas ainda não suficientemente reconhecidas. Os ambientes

aquáticos podem desempenhar funções ambientais, recreativas e de harmonia paisagística. Permite a realização de atividades diversas, tais como caminhar, correr e receber a função relaxante das águas (efeito de espelho, movimentação ao vento, quietude, presença de pássaros, linhas de curvas em contraste com a arquitetura urbana de características lineares). Favorece maior vínculo entre vizinhos, provocado pela maior probabilidade de encontros no entorno do ambiente aquático e conferindo maior sensação de segurança (Von Sperling, 2003a).

Segundo Von Sperling (2003a), pesquisas em Los Angeles concluem que os corpos d'água urbanos diminuem a criminalidade e reduzem a agressividade em pessoas portadoras do mal de *Alzheimer*. Além disso, contribuem significativamente para educação ambiental de crianças e adultos, constituindo-se em habitat para a vida selvagem e em um excelente espaço para apresentação e discussão de iniciativas pedagógicas. É direito natural de cada habitante do planeta usufruir o saudável e relaxante contato com a água.

O atual comprometimento dos principais rios utilizados como mananciais no Rio de Janeiro e em outros estados, conforme descrito no subitem # 6.2.2., vem fazendo com que as atenções quanto ao controle de poluição e sua recuperação aumentem. Os mananciais justificam ações prioritárias de recuperação ambiental e controle. Entretanto, mesmo sob este enfoque, os resultados ainda são diminutos frente ao acelerado processo de degradação ambiental.

Outrossim, as atenções e investimentos devem ser também direcionados para as outras possíveis utilizações das águas ao longo das bacias hidrográficas antropizadas, incluindo-as de forma mais harmônica no cenário urbano. O processo tecnológico adotado de transformação urbana foi subtraindo da vida dos habitantes das cidades o significado histórico dos rios e várzeas. O espaço resultante segue a lógica utilitária positivista, que visa incessantemente maiores rentabilidades e gera uma relação abstrata com os espaços, artificiais e estranhos às culturas das populações.

Observam-se no município e no país, raras experiências de valorização dos cursos d'água urbanos. Provocam-se preferencialmente drásticas desconfigurações das bacias hidrográficas, com a descaracterização ou exclusão dos cursos d'água naturais através de aterros, desvios, retificação e canalização com revestimentos diversos (predominância do concreto), além da priorização de redes subterrâneas para o escoamento. Estas intervenções são feitas sob as seguintes justificativas:

- ❑ Ampliação das áreas para assentamentos humanos;
- ❑ Viabilização de vias férreas e estradas;

- ❑ Drenagem de áreas de baixadas úmidas;
- ❑ Aumento de velocidade de escoamento, com redução de níveis de pico das cheias e da possibilidade de inundações;
- ❑ Dimensionamento das canalizações por métodos amplamente conhecidos;
- ❑ Implantação de interceptores de esgoto sanitário;
- ❑ Manutenção facilitada;
- ❑ Transformação dos cursos d'água em “canais de esgoto a céu aberto”;
- ❑ Desejo expresso pelas comunidades.

O desejo expresso pelas comunidades em canalizar cursos d'água já ambientalmente comprometidos é justificável e consequência dos riscos à salubridade trazidos pelos mesmos, intensificados nas inundações. A supressão do rio expressa a necessidade de solução imediata frente às péssimas condições de vida nas construções próximas às margens dos corpos hídricos, onde exercem e sofrem impactos ambientais diretos.

Este desejo de mudança vem sendo aproveitado historicamente pelos responsáveis pelos traçados das cidades, por ser menos custoso do que outras soluções, que necessitariam, dentre outras ações, de realização de desapropriações custosas. Em contraposição às habitações localizadas indevidamente nas margens dos rios, Brito (Obras, v.XX, 1927) propõe em diversos artigos, as avenidas marginas⁴⁷, como segue:

(...) Os cursos de água atravessando os quarteirões habitados, sem avenidas laterais, constituem elemento de insalubridade em vez de fatores para a higiene e o aformoseamento; cobri-los, mais tarde, será um remendo pouco satisfatório para a velha inadvertência.

Atualmente na drenagem urbana tem sido amplamente aceito pela comunidade acadêmico-científica, a concepção de controle de cheias através da redução da velocidade de escoamento, com a redução dos problemas de inundação a jusante. Para isso tem sido indicado a regularização das vazões, priorizando a criação de áreas de infiltração e bacias de retenção, reflorestamento, etc. ao longo de toda bacia hidrográfica, técnicas denominadas *ações não estruturais*. A utilização de áreas de várzea para retenção das águas pluviais já era amplamente defendida por Saturnino de Brito, nas propostas de melhoramentos do Rio Tietê. Não obstante, a alternativa de bacias de retenção encontra dificuldades de implementação quando a drenagem pluvial se encontra com elevado grau de poluição, uma vez que a retenção das águas poluídas aumenta os riscos epidemiológicos e ambientais, além de causar

⁴⁷ As avenidas sanitárias são a utilização dos fundos de vale pela combinação de sistemas viários e de interceptores de esgotos sanitários que passam pelas margens de canais abertos (Barros, 1995).

problemas operacionais e de manutenção. Assim, a redução da poluição das águas pluviais e fluviais passa a ser, para esta conceituação, uma premissa técnica.

No Brasil, a fase *Higienista*, apresentada no capítulo # 5.1, ainda manifesta grande influência na organização do espaço urbano por meio de concepções correntes de tratamento de água nas cidades (esgotos pluvial e doméstico, cursos d'água, lagos naturais e artificiais, etc.), as freqüentemente chamadas *soluções clássicas de drenagem*. Seu principal objetivo é remover, tão rápido quanto possível, os esgotos do meio urbano (Nascimento, 1999). A partir dos anos 70, observa-se em países da Europa e da América do Norte, a construção de novos modelos e concepções para tratar os problemas de drenagem com a valorização da água em meio urbano, antagonistas ao modelo de inspiração higienista.

O **Quadro 10**, apresentado abaixo, discrimina as mudanças conceituais e práticas relativas aos sistemas de drenagem.

Quadro 10. Contraponto entre conceitos higienistas e alternativos de drenagem.

Higienismo	Soluções Alternativas
Drenagem rápida das águas pluviais.	Favorecimento à infiltração, ao armazenamento e ao aumento do tempo de percurso do escoamento.
Redes subterrâneas, canalização de cursos d'água naturais.	Valorização da presença da água na cidade, busca de menor interferência sobre o sistema natural de drenagem.
Associação do sistema de drenagem ao sistema viário.	Desenvolvimento de soluções técnicas multifuncionais, combinando o sistema de drenagem com a implantação de áreas verdes, terrenos de esporte, parques lineares, etc.
Sistema de drenagem gravitacional, não controlado, configuração fixa da rede de drenagem.	Sistema de drenagem controlado, possibilidade de alteração na configuração da rede de drenagem.
Concepção e dimensionamento segundo um nível único de risco de inundação pré-estabelecido, para atender a um único objetivo.	Concepção e dimensionamento segundo diferentes níveis de risco de inundação, para atender a objetivos diferenciados.
Não previsão e inoperância em face de eventos de tempos de retorno superiores aos de projeto.	Avaliação do funcionamento do sistema para eventos de tempos de retorno superiores aos de projeto, gestão do risco de inundação.
Ênfase na garantia de condições de saúde pública e de conforto no meio urbano; Despreocupação com os impactos da urbanização sobre os meios receptores.	Preocupação com a garantia de condições adequadas de saúde pública e conforto no meio urbano e de redução dos impactos da urbanização sobre os meios receptores.

Fonte: Nascimento, 1999.

A inclusão dos cursos d'água na paisagem urbana é uma exigência do mundo moderno, onde a valorização ambiental deve incluir as águas que circulam no interior das cidades e as que as circundam. Devem ser para isso desenvolvidos estudos abrangentes sobre os efeitos da poluição hídrica na qualidade ambiental urbana local.

Dentre as possibilidades decorrentes das melhorias dos sistemas de esgoto sanitário e valorização do sistema de drenagem urbano, destacam-se:

- Recuperação da qualidade dos recursos hídricos e do ecossistema urbano em geral;
- Melhoria da qualidade de vida e bem-estar da população, principalmente daquela localizada em bairros adjacentes aos corpos hídricos;
- Diminuição dos riscos ambientais e epidemiológicos, com conseqüente redução de acidentes e impactos ambientais;
- Otimização dos sistemas, com manutenção corretiva e economia de insumos;
- Melhoria da imagem da Cidade do Rio de Janeiro, no que se refere às políticas ambientais e de preservação do meio ambiente urbano;
- Maior credibilidade às políticas públicas do meio ambiente junto à sociedade;
- Conscientização ambiental, confiança na cidadania e na participação comunitária como elementos agregadores e de difusão de posturas cooperativas;
- Melhoria da imagem do poder público e das concessionárias responsáveis pelos sistemas envolvidos;
- Valorização profissional e motivação do quadro de funcionários responsáveis pelos sistemas de saneamento;
- Redução de conflitos com a comunidade e apoio aos serviços públicos;
- Diminuição da vulnerabilidade das empresas concessionárias às sanções administrativas (multas e encargos), sanções civis (indenização por danos ambientais) e sanções criminais (responsabilização por crime ambiental).

Diversas experiências de recomposição de rios realizadas na Europa (Rio de Janeiro, 2002) e nos Estados Unidos (Revista Rio-Águas, 2002), buscando restabelecer características mais naturais, mostraram-se em alguns casos factíveis, mesmo com as restrições impostas pelo meio urbano. *Renaturalizar*, termo utilizado neste tipo de intervenção, não significa devolver à situação natural, mas criar um sistema sustentável, em harmonia com a paisagem urbana.

A realidade brasileira impõe restrições específicas de recursos e viabilidade técnica. Não obstante, a natureza e seus limitados recursos urgem por um novo paradigma nas relações com os ecossistemas urbanos, que não pode reduzir as águas à econômica categoria de recursos hídricos.

7.2. Estudos de Referência

Diversos projetos, programas de saneamento, planos diretores⁴⁸ e leis apontam e ratificam a necessidade de mudança de postura frente ao tratamento dado as águas urbanas (internas e do entorno). O desafio está no cumprimento desses estudos, já plenamente justificados.

7.2.1. Política de Recursos Hídricos

A lei federal 9.433/97, conhecida como “Lei das Águas”, coloca o Brasil entre os países de legislação mais avançada do mundo no setor de recursos hídricos. Pode ser considerada um marco da organização e articulação entre os setores afins. A *Política Nacional de Recursos Hídricos* baseia-se nos seguintes fundamentos:

- ❑ A água é um bem de domínio público;
- ❑ A água é um recurso natural limitado dotado de valor econômico;
- ❑ A bacia hidrográfica é a unidade de territorial (de planejamento) para implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos;
- ❑ A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades;
- ❑ Em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- ❑ A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.

Como diretrizes gerais de ação para implementação desta política estabelecem-se:

- ❑ Gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos quantidade e qualidade;

⁴⁸ Os Planos Diretores, neste caso, referem-se aos documentos normalmente produzidos pelas empresas de saneamento, podendo contar com a contratação de empresas de consultoria. Tais planos são concebidos a partir de um diagnóstico das condições ambientais, sociais e econômicas, a fim de identificar demandas atuais e futuras dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial e gestão de resíduos sólidos de uma cidade ou região, planejando um conjunto de obras, ações e investimentos pertinentes aos objetivos estabelecidos, para um período fixado.

- ❑ Adequação às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
- ❑ Integração com a gestão ambiental;
- ❑ Articulação do planejamento com os setores usuários e com os planejamentos regionais, estaduais e nacionais;
- ❑ Articulação com o uso dos solos;
- ❑ Integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

A lei estadual nº 3.239/99, que institui a *Política Estadual de Recursos Hídricos*, complementa a lei federal 9.433/97 e ratifica a resolução CONAMA nº 20/86. O enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes, é um dos instrumentos da Política Nacional (Lei 9.433/97) e Estadual (Lei 3.239/99) de Recursos Hídricos e visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, além de diminuir custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.

7.2.2. Classificação e Uso dos Corpos Hídricos

A política de preservação ambiental dos corpos d'água no Brasil, através da resolução CONAMA nº 20/86, estabelece níveis mínimos de qualidade para os corpos hídricos em função dos seus usos preponderantes ou dos que se pretende alcançar. A classificação e enquadramento das águas no Rio de Janeiro devem seguir este instrumento legal, uma vez que não possui, em nível estadual, critérios específicos mais restritivos.

A gestão de recursos hídricos inclui atualmente os usos múltiplos das águas. Despoluir os cursos d'água é imprescindível para possibilidade de (re)introdução de outros usos, além do transporte de águas residuárias, de resíduos sólidos e como meio drenante. Neste sentido, a conservação de cursos d'água, em áreas urbanas e rurais, bem como a proteção de águas subterrâneas, constituem instrumentos integrais da gestão de recursos hídricos.

A legislação estabelece padrões de qualidade através de critérios científicos que buscam quantificar a qualidade da água em termos de parâmetros e características físicas, químicas, biológicas e estéticas. Os limites fixados objetivam garantir, de acordo com a classificação das águas, as possibilidades de usos designados, contanto que não causem efeitos prejudiciais.

A resolução, portanto, classifica as águas em doces (salinidade < 0,05%), salobras (salinidade entre 0,05% e 3%) e salinas (salinidade > 3%). Em função dos usos previstos, foram estabelecidas nove classes, são elas: *especial, 1, 2, 3, e 4* para águas doces; *5 e 6*, relativas às salobras e *7 e 8* para as salinas.

Os usos previstos das águas doces, de acordo com sua classificação, estão listados no **Quadro 11**, apresentado na página seguinte.

Quadro 11. Classificação das águas doces em função dos usos preponderantes.

Uso Preponderante	Classe
Abastecimento doméstico, sem prévia ou com simples desinfecção	Especial
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Especial
Abastecimento doméstico após tratamento simplificado	1
Irrigação de hortaliças e frutas rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas	1
Proteção das comunidades aquáticas	1, 2
Recreação de contato primário	1, 2
Criação de espécies natural e/ou intensiva (aqüicultura) destinadas à alimentação humana	1, 2
Irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas	2
Abastecimento doméstico após tratamento convencional	2, 3
Dessedentação de animais	3
Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	3
Navegação	4
Harmonia paisagística	4
Usos menos exigentes	4

Fonte: Resolução CONAMA nº 20/86.

Como pode ser verificado, a assimilação dos esgotos não é colocada diretamente pela resolução enquanto possibilidade de uso. Entretanto, é permitido seu lançamento dentro dos limites estabelecidos às alterações nos corpos hídricos de acordo com a classificação.

Em seu endereço eletrônico oficial, na internet, a FEEMA divide a utilização das coleções hídricas em dois grupos, a saber:

Grupo I: Usos que implicam na retirada de água das coleções hídricas:

- Abastecimento público;
- Abastecimento industrial;

- ❑ Irrigação.

Grupo II: Usos que não implicam em retirar a água das coleções hídricas:

- ❑ Recreação e lazer;
- ❑ Preservação da fauna e flora;
- ❑ Geração de energia;
- ❑ Diluição de despejos.

Outras possibilidades de usos dos recursos hídricos, seus requisitos de qualidade e efeitos podem se apresentados, conforme o **Quadro 12** e representados esquematicamente nos usos múltiplos pela **Figura 64**, subsequente.

Quadro 12. Usos diversos das águas.

Forma	Finalidade	Tipo de Uso	Uso Consuntivo	Requisitos de Qualidade	Efeitos nas Águas
Com derivação de águas	Abastecimento Urbano	Abastecimento doméstico, industrial, comercial e público	Baixo, de 10% sem contar as perdas nas redes	Altos ou médios, influenciando no custo do tratamento	Poluição orgânica e bacteriológica
	Abastecimento Industrial	Sanitário, de processo, incorporação de produto, refrigeração e geração de vapor	Médio, de 20% variando com tipo de uso e de Indústria	Médios, variando com o tipo de uso	Poluição orgânica, substâncias tóxicas, elevação de temperatura
	Irrigação	Irrigação artificial de culturas agrícolas segundo diversos métodos	Alto, de 90%	Médios, dependendo do tipo de cultura	Carreamento de agrotóxicos e fertilizantes
	Abastecimento	Doméstico, dessedentação de animais	Baixo, de 10%	Médios	Alterações na qualidade com efeitos difusos
	Aqüicultura	Estações de piscicultura e outras	Baixo, de 10%	Altos	Carreamento de matéria orgânica
Sem derivação de águas	Geração hidrelétrica	Acionamento de turbinas hidráulicas	Perdas por evaporação do reservatório	Baixos	Alterações no regime e na qualidade de água
	Navegação fluvial	Manutenção de calados mínimos e eclusagem	Não há	Baixos	Lançamento de óleos e combustíveis
	Recreação, Lazer e Harmonia Paisagística	Natação e outros esportes com contato direto, iatismo e motonáutica	Lazer contemplativo	Não há	Altos, especialmente recreações de contato primário
	Pesca	Com fins comerciais de espécies naturais ou introduzidas através de estações de pisciculturas	Não há	Altos, nos corpos de água corrente, lagos ou reservatórios artificiais	Alterações na qualidade após mortandade de peixes
	Assimilação de Esgotos	Diluição, autodepuração e transporte de esgotos urbanos e industriais	Não há	Não há	Poluição orgânica, física, química, bacteriológica
	Usos de preservação	Vazões para assegurar o equilíbrio ecológico	Não há	Não há	Melhoria da qualidade da água

Fonte: Barth, 1994 apud Silva, 1998.

Figura 64. Usos das Águas (Braga, et al., 2002).

Outra função, não evidenciada no Quadro 12, mas exposta no Quadro 10 é representada na **Figura 64**, é que lagos, lagoas, represas e áreas de depressão em geral, naturais ou não, podem exercer função importante no controle e mitigação das inundações, funcionando como reservatórios de acumulação e de tratamento de água.

Dentro de uma visão geral de gestão de recursos hídricos, na área técnica outras possibilidades vêm ganhando espaço, tais como a captação, a reservação e a utilização das águas pluviais para atividades residenciais. As habitações podem ser concebidas no sentido de complementar a gestão das águas pluviais, pois as que caem dentro dos lotes privados podem ser retidas ou reutilizadas a fim de reduzirem sua parcela de contribuição para o “run off”. Estudos de viabilidade vêm sendo desenvolvidos para implantação de novas tecnologias no âmbito privado: eco-arquitetura, “arquitetura bioclimática”, “arquitetura das águas”, etc. Como exemplo, a lei nº 13.276, da Prefeitura do Município de São Paulo, que torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m².

Outra possibilidade seria o encaminhamento de uma parcela das águas pluviais já coletadas nas galerias para finalidades diversas, como limpeza de logradouros, por exemplo. É mister apontar que em muitos casos os usos são cumulativos, podendo agregar diversas vantagens concomitantemente.

A indicação das classes e dos respectivos padrões de qualidade dos corpos d’água constitui-se também em uma decisão política. Fatores de natureza legal, técnica, social, econômica e ecológica estão presentes. Em águas das *Classes 1 a 8* são tolerados lançamentos de despejos, desde que não sejam ultrapassados os limites estabelecidos.

A **Tabela 5**, apresentada abaixo, destaca alguns destes principais parâmetros:

Tabela 5. Padrões de qualidade dos principais parâmetros das águas, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA nº 20/86.

Parâmetro	Classe (Padrão para corpo d’água)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
DBO ₅ (mg/L)	3	5	10	-	5	10	5	-
OD ≥ (mg/L)	6	5	4	2	6	4	5	3
Turbidez (UNT)	40	100	100	-	-	-	-	-
Cor (mg Pt/L)	30	75	75	-	-	-	-	-
pH	6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	5,0-9,0

Obs.: 1. Consultar a legislação para a lista completa dos parâmetros.

2. Na *Classe Especial* não são permitidos lançamentos de qualquer natureza, mesmo que tratados.

Em princípio, um efluente deve satisfazer tanto ao padrão de qualidade do corpo receptor (segundo sua classe) quanto ao seu padrão de lançamento (independente da classe do corpo receptor). Para o enquadramento de cada corpo hídrico corresponderão padrões de qualidade a serem mantidos, e, de acordo com as capacidades de diluição e autodepuração deste mesmo corpo hídrico, as características máximas aceitáveis para o lançamento de esgotos e seus respectivos graus de tratamento. Quanto aos padrões de lançamento, no Estado do Rio de Janeiro, além do CONAMA nº 20/86, deve-se obedecer ao prescrito na norma técnica da FEEMA: NT-202. R.10, *Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos*, uma vez que os órgãos de controle ambiental estaduais podem acrescentar outros parâmetros ou tornar mais restritivos os já estabelecidos pela legislação federal. O padrão de lançamento pode ser excedido, também com permissão do órgão ambiental, caso os padrões de qualidade do corpo receptor sejam resguardados, mediante estudo de impacto ambiental, e desde que fixados o tipo de tratamento e suas condições de lançamento.

Estudos de Sperling (1999) identificam que algumas legislações estaduais, como a do Estado do Rio de Janeiro (FEEMA: NT-202 R.10) estabelecem limites para os parâmetros típicos de esgoto doméstico, diferentes daqueles estabelecidos pela legislação nacional (CONAMA nº 20/86), onde são ausentes. Este fato demonstra maior preocupação em disciplinar o lançamento de esgoto doméstico, usualmente menos fiscalizado e controlado pela maioria dos órgãos ambientais estaduais, em comparação aos efluentes industriais.

Através da Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA), o Governo do Estado do Rio de Janeiro deveria promover o enquadramento dos corpos d'água nas classes previstas estabelecendo programas de controle de poluição para sua efetivação. À FEEMA, enquanto órgão técnico ambiental do estado, cabe a proposição deste enquadramento. As últimas classificações datam de 1979, e estão, portanto, baseadas na legislação anterior, em que o número e tipo de classes eram diferentes dos atuais (CEDAE, 1994; Kligerman, 2001).

Segundo o Art. 20-f do CONAMA nº 20/86, para os casos em que os corpos d'água não estão enquadrados, as águas doces serão consideradas *Classe 2*; as salinas, *Classe 5* e as salobras, *Classe 7*, porém, aquelas enquadradas na legislação anterior permanecerão na mesma classe, até seu reenquadramento. Um critério simplificado e aproximado foi estabelecido para indicar, de forma expedita, a situação em que se apresentavam os corpos d'água do estado. A partir deste critério as águas foram classificadas em: livre, de transição e crítico, de acordo com as condições descritas na **Tabela 6**, a seguir. Este critério foi adotado por ocasião dos levantamentos de qualidade dos mananciais, no Plano Diretor de

Abastecimento de Água da RMRJ e utilizado no Plano Diretor de Esgotamento Sanitário (CEDAE, 1994).

Tabela 6. Classificação expedita da situação dos corpos d'água.

Critério	OD (mg/L)	DBO (mg/L)
Livre	8,2 a 6,0	< 6,0
Transição	6,4 a 4,0	6,0 a 10,0
Crítico	< 4,0	> 10,0

Fonte: CEDAE, 1994.

Segundo o PDES-RMRJ (1994), tem-se:

O Relatório de Trabalho R-401: Qualidade dos Corpos Receptores - Diagnóstico, apresentou no seu Anexo II uma listagem dos diversos corpos d'água da RMRJ com as respectivas classes em que se acham enquadrados. Do exame dessa listagem, se pode verificar que nem sempre (grifo nosso) o enquadramento atual corresponde às características de qualidade existentes nos corpos d'água.

Esta citação poderia estar mais de acordo com a realidade atual se fosse substituída a expressão “nem sempre” por “em sua grande maioria”.

A lei estadual nº 3.239/99, onde se define que o enquadramento dos corpos d'água é de responsabilidade dos Comitês de Bacia Hidrográfica. Em seu cap. IV, seção II - *do enquadramento dos corpos de água em classes*, art. 17, tem-se:

Os enquadramentos dos corpos de água, nas respectivas classes de uso, serão feitos, na forma da lei, pelos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's) e homologados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), após avaliação técnica pelo órgão competente do Poder Executivo.

Não obstante, o artigo supracitado deveria esclarecer e ratificar a necessidade do poder público classificar todos os corpos hídricos, mesmo aqueles que não disponham no momento de comitês de bacia para, em conjunto com os órgãos ambientais, definir as perspectivas do controle de poluição. O poder público é responsável pela garantia da atualização e enquadramento das coleções hídricas.

7.2.3. Plano Diretor de Esgotamento Sanitário

A qualidade que se almeja para os cursos d'água no Rio de Janeiro está contemplada na proposta de enquadramento dos rios da RMRJ elaborada pelo Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da RMRJ e das Bacias Contribuintes à Baía de Guanabara (PDES-RMRJ) de 1994, atualmente em vigor.

O plano propõe uma melhora gradativa dos corpos hídricos, considerando o aspecto dinâmico do enquadramento e dos próprios padrões de qualidade. Sugere que as metas de qualidade sejam propostas em etapas e considera necessária:

(...) a construção gradativa da rede de esgotos, dos coletores tronco e interceptores, das estações de tratamento e destino final, além do trabalho de polícia administrativa a ser exercido sobre as indústrias.

A proposta apresentada pelo plano diretor para os rios que passam por centros urbanos densamente ocupados, pertencentes à Bacia da Baía de Guanabara e à Baía de Sepetiba, é dividida em uma etapa inicial, de transição, que os enquadra na *Classe 4*⁴⁹ (último nível menos exigentes para águas doces) e outra, posterior, sem prazo definido, em que ascenderiam à *Classe 2*. Com os usos preponderantes, descritos anteriormente no Quadro 11, estariam submetidos às seguintes fases:

Etapa inicial:

Esses cursos d'água certamente continuarão a receber o escoamento superficial urbano com diferentes graus de poluição orgânica, das ruas, das favelas, de ligações clandestinas de esgotos, porém não mais esgotos brutos da rede coletora, devendo manter um aspecto compatível com o ambiente urbano que se deseja preservar – a harmonia paisagística.

Etapa posterior:

Os rios enquadrados como classe 4, mesmo atravessando centros urbanos densamente ocupados, poderiam ascender à classe 2, apresentando melhor qualidade em termos de OD, coliformes e aparência geral, uma vez que a poluição gerada diretamente nas favelas, ou de ligações clandestinas de esgotos na rede de águas pluviais, ou de extravasores da rede de esgotos na de águas pluviais, já poderia ter sido reduzida, de acordo com programas de melhoria e modernização do sistema de coleta.

Para as bacias do sistema litorâneo de Jacarepaguá, o plano recomenda uma única etapa, considerando a *Classe 2* para enquadramento desses cursos d'água, qualidade compatível com a melhoria desejada para a água no interior do complexo lagunar.

Estas proposições partem evidentemente de uma consideração de usos benéficos para os corpos d'água, que fica na dependência de atos legais a serem promulgados pela CECA, por indicação técnica da FEEMA. Porém as diretrizes não foram, modificadas, vigorando oficialmente o enquadramento anterior à resolução CONAMA nº 20/86.

7.2.4. Plano Diretor de Drenagem Urbana

⁴⁹ Nas águas de *Classe 4* são estabelecidos os limites e condições: materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais virtualmente ausente; odor e aspectos não objetáveis; para óleos e graxas toleram-se iridicências; substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação, virtualmente ausentes; índices de fenóis até 1,0 mg/L C₆H₅OH; OD superior a 2,0 mg/L O₂, em qualquer amostra e pH entre 6 e 9.

A metodologia para futura elaboração do Plano Diretor de Drenagem da Cidade do Rio de Janeiro, consubstanciada no Termo de Referência, parte constitutiva do Edital de Licitação (CO-Nº 01/999), elaborada pela Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro (Rio-Águas), introduz elementos inovadores na prática da engenharia de drenagem nacional:

- Visão global do sistema de drenagem e de suas interfaces com outras problemáticas de gestão urbana, não unicamente uma visão hidráulica do problema;
- Utilização de técnicas modernas de investigação (modelos matemáticos hidrodinâmicos do sistema de drenagem e dos meios receptores);
- Monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico e polutométrico (grifo nosso) do sistema de drenagem a fim de definir as ações necessárias, em função de seu comportamento real;
- Afirmção da água como elemento estruturante do urbanismo (e não o inverso) através de uma política voluntarista de valorização dos cursos d'água e lagos urbanos como mecanismo de dinamização das relações sociais;
- Modernização do sistema de gestão como elemento imprescindível para a viabilidade do plano diretor;
- Disponibilização de instrumental de acompanhamento, planejamento e apoio à decisão;
- Modernização dos instrumentos regulamentares de gestão das águas pluviais urbanas;
- Equacionamento econômico-institucional dos recursos financeiros necessários à viabilidade do plano diretor.

Essa abordagem, defendida por Adacto Ottoni (1996) supõe que a solução para os problemas de drenagem urbana das cidades passe por uma mudança na lógica da engenharia de drenagem de transporte rápido das águas pluviais a jusante para uma concepção de retenção e de regulação do transporte das águas pluviais, ao longo do tecido urbano.

Dentro das diversas ações de planejamento inclusas no termo de referência do plano diretor de drenagem da cidade está o programa de valorização dos cursos d'água, que, por meio de intervenções no leito maior, incorporaria águas pluviais à paisagem urbana com a criação de parques lineares, ciclovias, áreas destinadas a atividades esportivas, recreativas, e jardins, dentre outras.

A orientação do plano contempla caracterização e diagnóstico do problema de lançamentos de esgotos no sistema de drenagem e nos corpos receptores e propõe identificar e avaliar a adequação, eficiência e realização efetiva dos programas de melhoria da qualidade da água e dos meios receptores.

7.3. Programa de Despoluição da Baía de Guanabara

O Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), oficializado em 1994, com início das obras em 1995, envolvia recursos da ordem de US\$ 926 milhões, financiados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), pela agência de fomento japonesa, *Japan Bank for International Cooperation (JBIC)*, pelo Governo do Estado e pela CEDAE. Compreende obras, bens e serviços que abrangem as áreas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, macrodrenagem, coleta e condicionamento de resíduos sólidos, educação ambiental, cadastramentos e mapeamentos digitalizados e controle ambiental. Envolve ações com as prefeituras dos municípios do entorno da baía e órgãos governamentais como a CEDAE, a FEEMA e a SERLA.

Pelo *Relatório de Desenvolvimento Humano do Rio de Janeiro Meio Ambiente e Sustentabilidade* (PCRJ, 2001), o PDBG não é um programa de despoluição de amplo escopo. Trata-se de um programa de saneamento básico, como pode ser verificado na destinação dos recursos: 91,84% aplicados em projetos que prevêm abastecimento de água, coleta e destino adequado dos esgotos e lixo. Em sua primeira fase foram priorizadas as obras de coleta e tratamento de esgoto sanitário, que correspondem a mais de 80% de seus recursos (AEERJ, 1998).

O prazo inicial para conclusão da primeira fase foi 2000 e o da segunda, 2010. Entretanto, devido a sucessivas prorrogações, a primeira fase ainda se encontra em andamento, e sua previsão de conclusão se estendeu para o primeiro semestre de 2004.

O *Relatório de Desenvolvimento Urbano Humano do Rio de Janeiro, Meio Ambiente e Sustentabilidade* da PCRJ (2001) afirma que os relatórios de acompanhamento do próprio Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e os de algumas organizações não-governamentais junto ao desenvolvimento do programa concluem que o tão esperado impacto positivo esperado ainda não se fez presente, e seu desempenho está aquém das expectativas.

Apesar dos resultados, até o momento diminutos frente ao grau de degradação ambiental do ecossistema da bacia da Baía de Guanabara, este programa é de alta relevância para o controle de poluição da RMRJ, em especial para os sistemas de esgotamento sanitário. Compreende: a implantação das ETEs de Alegria, Pavuna, Sarapuí, São Gonçalo (Sistema II)

e Paquetá; melhoria e ampliação das ETEs de Icarai, Ilha do Governador e Penha; construção de 1.247,8 km de rede coletora, cerca de 100 km de coletores-tronco e interceptores, 26,6 km de emissários e 27 elevatórias.

Estas intervenções poderão permitir a interligação entre as partes dos sistemas, que até então operam isoladamente, com exceções das bacias contribuintes à ETE da Penha e os sistemas que contribuem para o ESEL. Segundo a CEDAE (2003), na primeira fase já foram instaladas 178 mil ligações domiciliares. Estas obras, e a conseqüente possibilidade de integração do sistema são imprescindíveis à eliminação das ligações clandestinas e dos diversos extravasores das redes, o que já vem ocorrendo em algumas áreas, por conexão da rede oficial às estações de tratamento construídas ou reformadas.

Os coletores tronco que chegarão a ETE Alegria, tais como: Haddock Lobo-Alegria, Zona Portuária e Faria Timbó-Alegria poderão eliminar elevatórias e extravasores das bacias que lhes são contribuintes. Em condições adequadas de operação e com um programa de melhorias do sistema existente, a ampliação do sistema como um todo poderá colocar o Rio de Janeiro em outro patamar no controle da poluição, que aponta cenários bem mais promissores para a qualidade ambiental da cidade. Para isso, é necessário que as estações elevatórias e de tratamento de esgoto sanitário operem com a vazão e a eficiência para as quais foram concebidos e que as ligações prediais, redes coletoras e emissários sofram ampla e contínua manutenção, contemplando ações emergenciais e de rotina (manutenção preventiva e corretiva).

Antes da realização das obras contempladas pelo programa, apenas 51% do esgoto sanitário afluente à Baía de Guanabara era coletado em rede e apenas 14% era tratado adequadamente antes do lançamento. Com a conclusão das obras é previsto o aumento do percentual de coleta em rede para 66,7%, e do tratamento, para 51,7%. Valores significativos, porém não suficientes para a recuperação ambiental da baía (Zee, 2000).

Dentro do escopo do programa estão os *Projetos Ambientais Complementares*, que objetivam proporcionar meios para a preparação das futuras ações de todos os setores da sociedade no sentido de aprimorar a qualidade ambiental melhorando as condições de controle e preservação. Estão contempladas atividades de controle de poluição industrial, monitoramento da qualidade das águas da bacia hidrográfica e das praias da bacia da Baía de Guanabara, dentre outros. Incorporando uma visão ecológica da Baía de Guanabara, as ações sistêmicas de monitoramento, fiscalização e controle, de caráter preventivo, podem viabilizar condições de continuidade e sustentabilidade.

7.4. Indicadores de Desempenho dos Sistemas de Esgotos

A eficiência dos sistemas de saneamento vem se configurando como uma exigência da sociedade através de seus interesses difusos, coletivos e representativos. Danos ambientais decorrentes de obras públicas e de deficiências na gestão do sistema de esgotamento sanitário são atualmente objetos de Ações Civas Públicas Ambientais⁵⁰ contra particulares e contra o próprio poder público, e tem como um de seus autores o Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro⁵¹ (Guerra, 2001).

Informações normalmente veiculadas pelos órgãos oficiais e pela imprensa, tais como: número de ligações prediais, extensão de rede de esgoto assentada, vazão máxima de projeto das estações de tratamento, índice de tratamento, dentre outros, enquanto dados e indicadores operacionais, abordam aspectos quantitativos de ampliação do nível de cobertura; porém sobre os aspectos qualitativos dos serviços, pouco traduz.

Embora a pesquisa: *Desenvolvimento Humano e Condições de Vida na Cidade do Rio de Janeiro e seus Bairros* (PCRJ, 2001b), mostre que 95% da população do município é atendida por rede de esgoto ou tanque séptico, este número genérico não representa as especificidades e deficiências do sistema de esgotamento sanitário.

Persiste a necessidade de se estabelecer parâmetros de qualidade e índices de eficiência para os sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial a fim de se obter um quadro elucidativo das condições dos sistemas de saneamento, atuais e futuras.

A eficiência deve se referir à obtenção dos objetivos propostos, com os menores custos econômicos e sociais possíveis. É imprescindível estabelecer uma parametrização de desempenho, que deve ser atendida pelos sistemas de esgotos a fim de viabilizar a qualificação de sua gestão, assim como seu planejamento. A eficácia do sistema refere-se ao cumprimento das metas norteadas pelos fundamentos e princípios descritos no subitem # 3.4.2. Isto leva a uma análise das demandas e aplicações destes sistemas enquanto barreiras sanitária e ambiental.

Diversos fatores são condicionantes para a eficiência dos sistemas de esgotos. Destacam-se: características naturais, investimentos, qualidade dos projetos, planejamento urbano, ocupação do solo, interação com outros serviços de infra-estrutura urbana, serviços de operação, manutenção e conservação, aspectos psico-sociais e sócio-econômicos das populações atendidas, qualificação e treinamento do corpo técnico, dentre outros.

⁵⁰ Disciplinadas pela Lei n. 7.347, de 24/07/85.

⁵¹ O Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro atua na proteção ambiental do município através do Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça com Atribuição de Proteção ao Meio Ambiente e Patrimônio Cultural.

Alguns parâmetros e indicadores de medição da qualidade estão em plena fase de desenvolvimento no país. Serão apresentados a seguir, exemplos de parametrização relacionada aos sistemas de esgotos e suas interconexões.

De acordo com o *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento* (Brasil, 2002), têm-se como indicadores de desempenho da rede coletora de esgoto, relativos a extravasamento:

- ❑ duração média dos reparos de extravasamento (horas/extravasamento): duração dos extravasamentos pela quantidade de extravasamento de esgoto registrado;
- ❑ extravasamento de esgotos por extensão de rede: quantidade de extravasamento de esgotos registrados sobre a extensão da rede de esgoto.

Até o momento, no SNIS não foram desenvolvidos indicadores referentes a contribuições indevidas provenientes de ligações prediais irregulares.

A auditoria ambiental da Lagoa Rodrigo de Freitas (COPPETEC, 2001) estabelece *Indicadores de Desempenho Ambiental*⁵² dos sistemas de esgotamento sanitário, com base nos documentos: “Diagnóstico Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS” (1995) e nos anexos do *Plano Estadual de Desestatização*. Uma das categorias de indicadores ambientais, referente às condições operacionais do sistema de esgotamento (rede coletora, linha de recalque, elevatórias e extravasores), é denominada: *Indicadores de Desempenho Operacional (IDO)*, e aponta:

- ❑ atendimento de esgoto;
- ❑ descargas ilegais;
- ❑ índice de perda física – água;
- ❑ quedas de bombeamento;
- ❑ extravasamentos;
- ❑ obstruções na rede de coleta;
- ❑ índice de capacidade (EE);
- ❑ idade da rede, material;
- ❑ tempo médio de intervenções;
- ❑ índice de esgoto transportado;
- ❑ índice de esgoto tratado;
- ❑ tempo de resposta às reclamações;
- ❑ intensidade de mão-de-obra;

⁵² O conceito dos *Indicadores de Desempenho Ambiental* está preconizado pela Norma ISO14031-*“Environmental Performance Evaluation - Guidelines”*.

- gastos totais.

Dos indicadores supracitados, as interconexões estão contempladas enquanto categoria de indicador operacional nos itens referentes à descarga ilegal (irregulares) e extravasamento, sendo portanto sua redução indicadora de melhoria operacional do sistema.

O índice de descarga ilegal corresponde à porcentagem entre o volume de esgoto ilegal (em m³) sobre o volume total transportado pela rede, conforme projeto (em m³). O índice de extravasamento de esgotos corresponde à quantidade de extravasamento por km de rede de coleta.

A pesquisa desenvolvida por Borja & Moraes (2003) sobre *Avaliação das Condições Sanitárias de Micro-Áreas do Estudo do Impacto Epidemiológico do Programa Bahia Azul* teve como um dos procedimentos de avaliação a condição sanitária dos logradouros. Dentro dos campos de análise de esgotamento sanitário e de drenagem de águas pluviais foram criados, além de indicadores: o percentual de vias com as respectivas redes, o percentual de vias com problemas de operação e manutenção nas redes, o percentual de vias com destino de esgoto sanitário inadequados e o percentual de vias com problemas de inundação e alagamentos.

Pretendendo-se obter um quadro mais elucidativo na qualificação do estado dos ecossistemas urbanos, a avaliação dos sistemas de saneamento implantados e as suas projeções devem fazer parte de um conjunto mais amplo de parâmetros, que possa estabelecer indicadores ambientais ou contemplar indicadores de saúde, econômicos, ecológicos, sociais, incluindo-se aí os valores e percepções dos atores sociais que produzem os espaços urbanos, suas prioridades e subjetividades. Neste enfoque, Borja & Moraes (2003) enfatiza a necessidade metodológica de se incorporar o aspecto cultural da sociedade, através de entrevistas e reuniões com grupos focais.

O **Quadro 13**, na página seguinte, apresenta a contribuição metodológica para avaliação da *Qualidade Ambiental Urbana* (QAU).

Quadro 13. Categorias de análise e variáveis propostas de indicadores ambientais.

Item	Categoria de análise	Variáveis
1	Moradia	Conforto e segurança construtiva, acesso à propriedade/posse da Terra, localização e higiene.
2	Saneamento	Abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana.
3	Infra-estrutura urbana	Energia elétrica, iluminação e sistema viário (mobilidade e acesso).

4	Serviços urbanos	Abastecimento comercial, comunicação e transporte público.
5	Infra-estrutura social e cultural	Saúde, educação e lazer/cultura.
6	Conforto do ambiente	Conforto acústico, térmico e visual e qualidade do ar.
7	Paisagem urbana	Espaços públicos, patrimônio histórico/artístico, patrimônio construído e áreas verdes, arborização, elementos e atributos naturais e comunicação visual.
8	Cidadania	Segurança pública, justiça e informação, acesso e participação na gestão pública e organização popular.

Fonte: Borja, 1997 apud Borja & Moraes, 2003.

A parametrização de indicadores de desempenho dos sistemas de saneamento, bem como o desenvolvimento de indicadores de saúde ambiental, poderão dar subsídios complementares no cruzamento com macroindicadores, como o IDH, IDH-M (descritos no subitem # 5.3.5.), e ICV⁵³.

Os cidadãos devem poder ver, através dos indicadores, a medida de proteção à saúde em sua comunidade, os êxitos ou fracassos das políticas, programas e projetos adotados. Para tanto, é necessária a promoção da transparência e da responsabilidade nas gestões pública e privada. Mais que instrumento de apoio à decisão no planejamento urbano, a acessibilidade a estas informações, a participação da comunidade no desenvolvimento e a operação de um sistema de indicadores qualidade permite a possibilidade de pressão e cobrança, efetivando assim o exercício do controle direto sobre o poder público e as concessionárias, visando a satisfação das necessidades coletivas.

⁵³ O Índice de Condições de Vida (ICV) estende o IDH, incluindo tanto um número maior de indicadores básicos para representar suas três dimensões, como também incorporando três dimensões adicionais: condições habitacionais, acesso ao trabalho, e oportunidades para o desenvolvimento infantil. No total, o IDH é a síntese de 4 indicadores básicos, e o ICV a síntese de 27 indicadores, agrupados em seis dimensões.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, impondo-se a todos, em especial ao Poder Público, o dever de defendê-lo, zelar por sua recuperação e proteção em benefício das gerações atuais e futuras gerações” (Capítulo 8, Art. 261 da Constituição do Estado do RJ).

8.1. Conclusões

O estudo dos sistemas de esgotos da Cidade do Rio de Janeiro, riquíssimo em detalhes, fatos históricos e contribuição tecnológica para o país, revelou uma posição de pioneirismo mundial. As proposições para a mudança na política de saneamento devem ser alicerçadas no acúmulo das experiências do passado, que dão subsídios ao estabelecimento de novas perspectivas. O passado mantém relações de compromisso com o presente e indica as possibilidades para o futuro.

A abordagem do saneamento e seus desafios, dentro de uma contextualização histórica, ainda é pequena em nosso país, e torna-se escassa quando focalizados, dentro de uma análise crítica, os sistemas de esgotos, especificamente na Cidade do Rio de Janeiro. O desenvolvimento de pesquisas com este teor é necessário para a compreensão da configuração atual dos serviços de infra-estrutura urbana, resgate do papel vital dos serviços públicos de esgotos, dos esforços despendidos pelas gerações de técnicos envolvidos e dos anseios da sociedade.

A cidade foi, desde tempos remotos, objeto de várias críticas quanto à qualidade operacional dos sistemas de esgotos, pela defasagem dos seus componentes e pelas dificuldades operacionais. As ações privilegiavam o abastecimento de água, enquanto o esgotamento sanitário e a drenagem pluvial eram secundarizados. A concepção higienista focalizava o afastamento dos esgotos das residências, devido às justas e urgentes necessidades relacionadas às péssimas condições epidemiológicas, que foram agravadas pelo crescimento demográfico imposto pelo modelo de crescimento adotado. O problema das águas residuárias era tratado basicamente com a implantação de rede coletora em determinada região. Prevalencia o raciocínio de “esgoto afastado, problema resolvido”. Os esgotos canalizados quase sempre eram conduzidos “*in natura*” a um curso d’água. Raras vezes as intervenções contemplavam também estações de tratamento, que na grande maioria dos casos apresentavam problemas de eficiência. O que na realidade se fazia era apenas afastar “o mal” da população, ainda que com essa medida se viesse a poluir em outro local o meio ambiente.

Outrossim, o Higienismo, enquanto abordagem científica, contribuiu para uma considerável melhoria da qualidade de vida no meio urbano, para a formulação de políticas de saúde pública e para o traçado dos planos urbanísticos. Entretanto, face à urbanização intensa observada no decorrer do século XX, as soluções de inspiração higienista mostraram-se insuficientes e inadequadas, mas manteve-se como paradigma reinante. São recorrentes nas grandes cidades brasileiras os problemas de poluição dos meios receptores d’água e aumento da frequência de inundações, algumas catastróficas.

Os elementos atípicos ao sistema *separador absoluto*, implementados na Cidade do Rio de Janeiro, como as galerias de cintura, estruturas de captação de tempo seco, aterros e desvios de rios e canais, “extravasores permanentes” e, mais recentemente, as estações de tratamento nos cursos dos rios e praias, identificados e apresentados nesta dissertação, são velhas novidades de cunho higienista, que encara o sistema de drenagem pluvial como auxiliar ao sistema de esgotamento sanitário, incluindo-se aí os rios, naturais ou não. Desta forma, a poluição dessas águas passa a ser compreendida como inevitável.

As limitações ambientais dos sistemas quanto à sua função de barreiras de proteção dos ecossistemas eram decorrentes da pouca preocupação ambiental, de certa forma explicada pelos baixos níveis de comprometimento dos ecossistemas em relação à capacidade de assimilação geral e de conhecimento da natureza da poluição. Situação que começou a mudar com o início do processo de industrialização no país a partir da década de 50, durante o *Plano de Metas* de Juscelino Kubitschek.

A evolução técnica na destinação dos esgotos domésticos passou pelas fases de transporte estático das excretas, sofreu grandes melhorias com o transporte hidrodinâmico e atualmente aponta a necessidade da redução do consumo de água para esta finalidade, através da otimização dos sistemas, qualificação das águas de acordo com usos distintos, reúso e o desenvolvimento de tecnologias de baixo consumo de água para transporte de esgotos.

A gradual passagem de atribuição dos projetos e execução das instalações prediais das concessionárias dos serviços de esgotos para particulares, inevitável no processo de ampliação das cidades, trouxe deficiências técnicas a estas instalações, que repercutiram nas condições do sistema público de coleta e tratamento de esgoto sanitário. Na época da *City*, não era permitida a construção de cozinhas e banheiros nas casas do Rio de Janeiro, sem a devida autorização desta companhia. Na atualidade, cabe à concessionária apenas fiscalizar e notificar a aceitação das ligações prediais executadas por particulares autorizados. Serviço imprescindível, de grande envergadura e de difícil controle.

As principais cidades brasileiras, incluindo-se aí o Rio de Janeiro, ainda possuem uma condição vulnerável em seus sistemas de saneamento, onde as questões sócio-ambientais se inter-relacionam de forma intensa e singular. São diversos os problemas acumulados, mais especificamente no caso do esgotamento sanitário e pluvial. Em determinadas localidades, a atual exaustão dos recursos hídricos indica que a disponibilidade para o abastecimento de água está cada vez mais relacionada às deficiências dos sistemas de esgotos.

Frente à contínua e acelerada degradação ambiental promovida pelas águas residuárias, o processo de poluição das coleções hídricas foi por muito tempo negligenciado. Este impacto ambiental é de grande intensidade e extensão, atingindo inclusive os cursos d'água de uso prioritário, os mananciais. Na forma de utilização das coleções hídricas urbanas, quando muito, têm sido considerados certos aspectos setoriais, negligenciado os aspectos sanitários, ecológicos, urbanísticos, paisagísticos e culturais. O sistema de drenagem pluvial não é definido para transportar esgoto sanitário, pois dentre vários requisitos, não possui a estanqueidade exigida. O esgoto sanitário não deve ser transportado em canal aberto,

somente em condutos fechados, o que é ratificado pelas especificações, normas técnicas e legislações vigentes.

As interconexões nos sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial não somente se traduzem em impactos ambientais negativos ao ecossistema urbano, como também comprometem a integridade física e as condições hidráulicas dos sistemas envolvidos, com diminuição da eficiência das estruturas e redução de sua vida útil. A eliminação das diversas origens e formas destas interconexões teria como conseqüência o equacionamento de diversos problemas, tais como: remansos, águas de infiltração, entrada de sedimentos, obstruções, colapso nas redes com transbordamento, vazamentos em juntas sob pressão, abatimento das tubulações, elevação do consumo de energia, tratamento deficitário, etc. Desta forma, preservariam-se estes e outros sistemas de saneamento, como o de abastecimento de água, de gestão de resíduos, de controle de vetores, os logradouros e equipamentos urbanos, o meio ambiente e a população. Por outro lado, a falta de manutenção preventiva e sistemática intensificam estes problemas, que por sua vez aumentam a possibilidade de novas interconexões com a drenagem pluvial, retroalimentando, de forma sinérgica e cumulativa, as deficiências técnicas, como ficou comprovado nos estudos.

As *estruturas atípicas* decorrentes das interconexões revelou-se como uma tentativa de solução que insere riscos sanitários e ambientais complexos, difíceis de quantificar e equacionar. Não são soluções definitivas e sim pontuais, “remendadas”, que revertem às prioridades e dão continuidade aos erros. Este alto padrão tecnológico adotado gera necessidade de intervenções sucessivas, acumulativas, a custos crescentes e resultados cada vez mais efêmeros, contrariando as tendências naturais de recuperação dos ecossistemas, caracterizadas pelo modelo ecológico.

A poluição pelo aporte de esgoto sanitário é o exemplo cristalino das deficiências dos sistemas de saneamento e da falta de ação integrada entre os serviços de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial na cidade, o que reduz a utilização dos corpos d’água ao simples transporte de águas residuárias. Ficou comprovada desta forma a hipótese inicial de que os sistemas de saneamento não estão funcionando efetivamente enquanto barreiras de proteção sanitária e ecológica.

A continuar as condições observadas, a tendência é o aumento de volume e de concentração dos esgotos conduzidos pelo sistema de drenagem pluvial, associados ao acréscimo no valor dos gastos incorridos, pelo setor público, para a redução dos mesmos. É possível, ainda, apontar a depreciação do valor dos imóveis situados no entorno das coleções hídricas, bem como a proliferação de vetores responsáveis pela incidência de doenças.

O engenheiro Azevedo Netto (1983), que como o engenheiro Saturnino de Brito, era defensor árduo do sistema *separador*, contestava o insistente argumento da época de que não havia condições para se controlar devidamente e na prática este sistema, por falta ou deficiência de fiscalização. Ele remetia ao fato de que muitas cidades brasileiras, durante muito tempo, exerceram controle adequado de seus sistemas, e que aquela que não tivesse condições para exercê-lo, provavelmente não teria também condições para fiscalizar o recebimento de despejos industriais nocivos e operar satisfatoriamente suas estações de tratamento.

O problema está em admitir níveis aceitáveis de intromissão de águas pluviais e de esgoto sanitário nos sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial, respectivamente, e de se tomar providências para que esses níveis não sejam ultrapassados. A magnitude destas contribuições indevidas depende da aceitação de determinados riscos epidemiológicos e ambientais, dos impactos ambientais, das condições de operacionalidade e durabilidade dos sistemas. A qualidade das coleções hídricas, além de ser objetivo dos sistemas de saneamento, é a principal indicadora de desempenho na condição ambiental, do sistema de esgotamento sanitário e pluvial.

Trabalhos que abordam a problemática da poluição das coleções hídricas ampliam-se e novas leis são implantadas reforçando este enfoque. O sistema *separador*, concepção amplamente adotada no país, está regulamentado em diversas legislações. Portanto, a eliminação das interconexões é requisito ao atendimento das legislações ambientais e urbanísticas. Os estudos de referência sobre a Política de Recursos Hídricos, implementadas pela lei federal nº9.433/97 e pela lei estadual nº3.239/99, a classificação e uso dos corpos hídricos, estabelecidos na resolução CONAMA nº20/86, fortalecem a relação entre os sistemas de esgotos e a gestão dos recursos hídricos. O PDES-RMRJ (1994) e o termo de referência do futuro Plano Diretor de Drenagem Urbana da Cidade do Rio de Janeiro ratificam a necessidade de ações graduais e constantes de recuperação ambiental das coleções hídricas urbanas, através do controle da poluição por aporte de esgoto sanitário.

O que se observa é uma deficitária fiscalização dos órgãos competentes quanto ao cumprimento destes procedimentos, o que compromete seriamente a adequação da coleta, tratamento e disposição final do esgoto sanitário.

Com a divisão gradual das metas de recuperação dos recursos hídricos estabelecidos pelo PDES-RMRJ (1994) ainda vigente, verifica-se que com o postergar do início e as sucessivas prorrogações na conclusão das principais obras de esgotamento sanitário nas respectivas bacias hidrográficas, não se viabilizou o atendimento às condições mínimas estabelecidas, mesmo para a *Classe 4*, prescritas no plano diretor. O longo atraso na revisão

dos usos benéficos e na classificação dos corpos d'água não modificada até o momento, dificulta o monitoramento, controle e fiscalização ambiental no estado.

Apesar do Rio de Janeiro estar passando por uma série de obras de saneamento patrocinadas por programas de grande porte, o quadro ambiental da cidade não vem sofrendo melhorias significativas. O avançado processo de degradação dos corpos hídricos identifica limitações conceituais e técnicas referentes aos atuais sistemas de esgotos (sanitário e pluvial) além da falta de um planejamento ambiental urbano que considere a inter-relação entre os sistemas de saneamento, a sociedade e o ecossistema urbano em geral.

É inquestionável a evolução dos sistemas de esgotamento sanitário, que passou, inclusive, a ter maior inserção sobre as comunidades carentes. Nas últimas quatro décadas houve uma redução das disparidades entre as coberturas dos serviços nas classes sociais, o que representa uma democratização do acesso aos sistemas, na direção do ainda longo objetivo da equidade dos serviços de saneamento.

As intervenções ambientais sistêmicas de saneamento apresentam efeitos a curto e longo prazo sobre a saúde, substancialmente superiores aos de intervenções médicas. A partir daí se insere o conceito do saneamento constituído por ações preventivas. Esta perspectiva pode ser correlacionada para os corpos hídricos que devem também sofrer ações preventivas que garantam a saúde ambiental do ecossistema, atuando nas causas da poluição e não nas conseqüências. Da mesma forma que na situação anterior, dentro do ciclo antropogênico da água, a utilização em série de múltiplas barreiras ao longo de sua trajetória enquadra as soluções enquanto ações curativas sobre os corpos hídricos. As intervenções sobre as coleções hídricas já doentes (poluídas) são de efeitos menores, mais custosos e de retorno retardado sobre a qualidade de vida da população, portanto insustentáveis. Desta forma, a inversão desta lógica é necessária a fim de garantir o caráter preventivo de manutenção da salubridade em detrimento de um saneamento apenas corretivo.

Objetivando evidenciar os riscos epidemiológicos que ainda são decorrentes da poluição do sistema de drenagem, o modelo causal de *Carência ou Precariedade dos Serviços de Drenagem Urbana* (CPSDU), desenvolvido por Souza et al. (2002) mostrou-se esclarecedor, inclusive para uma abordagem ainda pouco explorada no Rio de Janeiro, sobre os impactos das inundações à saúde pública. Neste enfoque, a poluição pontual pelo aporte de efluentes domésticos e industriais nas galerias de águas pluviais e nas coleções hídricas intensifica e amplia a poluição difusa expandida pelas águas previamente contaminadas, interferindo também nas enchentes e nas dificuldades do seu equacionamento.

No acervo bibliográfico analisado, verificou-se que o problema das interconexões dos sistemas de esgotos está sendo abordado em diversas ações e programas corretivos de várias

localidades do país. Entretanto, esta deficiência é discutida com pouca profundidade no Rio de Janeiro, lacuna técnica agravada pelo alto grau de disseminação em que se apresenta. A aceitação - em tese - do escopo do Saneamento Ambiental, em seu sentido lato, entra em contradição com as sucessivas implantações de soluções paliativas e parciais no combate à poluição, que procuram evitar, precariamente, seus efeitos, colocando para futuro incerto as soluções das causas, inter-relacionadas às fontes de poluição. Os programas de despoluição, com raras exceções, vêm em geral aplicar recursos novos repetindo as mesmas desgastadas estratégias, sem conseguir avançar de fato na melhoria da qualidade das bacias hidrográficas e das águas costeiras. Se por um lado, estas ações representam a implantação tardia de etapas do sistema de esgotamento sanitário, por outro, esforçam-se para corrigir os efeitos da aplicação ineficaz das estratégias de controle das fontes de poluição doméstica e industrial.

É imperativa a correção das deficiências do sistema de esgoto do Rio de Janeiro, além de seu aprimoramento mediante ampliações, de modo que ele passe a funcionar de fato como sistema *separador absoluto*, podendo ser incorporadas outras alternativas de esgotamento locais, contanto que estas sejam detalhadamente estudadas e concebidas em projetos de engenharia. A escolha do tipo de esgotamento em um determinado sítio, seja ele *separador absoluto, misto ou unitário*, deve ser feita através da análise de todas as vertentes possíveis do problema, não devendo haver espaço para “*soluções provisórias*”. O assunto é amplo, complexo e polêmico, e devem ser respeitadas as especificidades de cada área e de cada comunidade. Antes da adoção de qualquer alternativa é necessária a realização de intenso trabalho de pesquisa, contemplando: investigações de campo, ensaios, planejamento e estudos de viabilidade. Para valorização da drenagem urbana sob uma perspectiva ambiental, os objetivos devem ser múltiplos, complementares e integrarem o tratamento adequado de eventos de diferentes probabilidades de ocorrência. O antagonismo entre as concepções e opiniões contraditórias nesta temática vem de longo tempo e provocou profundas cisões na área de saneamento.

O planejamento urbano ambiental deve efetivamente articular, orientar e permear os projetos e intervenções, a fim de superar as limitações setoriais, instâncias governamentais e descontinuidades de programas em prol de um projeto urbanístico e de ações governamentais que cumpram a função social das cidades. O encerramento das concessões firmadas sob a égide do PLANASA tem trazido novas possibilidades, muitas vezes conflitantes e antagônicas. A opção a ser adotada poderá aprofundar os efeitos da crise, sua superação ou criar novos cenários, imprevisíveis (Rezende & Heller, 2002). Na visão de Costa (1994), a criação dos serviços públicos foi uma consequência da má qualidade dos serviços prestados

pelo setor privado e pela falta de fiscalização do próprio Estado, num processo inverso ao que hoje se pretende com as privatizações.

A transformação do saneamento em negócio seja pela concessão privada dos serviços pelos municípios ou pela limitação das ações por “viabilidade financeira” e tarifária, compromete, pela desarticulação das ações do planejamento ambiental integrado, a valorização do conceito de saneamento ambiental, tornando ainda mais difícil a necessária integração entre o saneamento dito “básico” e as ações do município na provisão de infraestrutura dos bairros pobres de nossas cidades. Só uma maior interação entre a operação dos serviços, a prefeitura e a população poderão superar as dificuldades à universalização dos serviços. A incorporação dos avanços tecnológicos, a qualidade dos serviços prestados e a implantação de mecanismos de regulação democrática também são questões que estão na ordem do dia (Rezende & Heller, 2002).

Os serviços públicos de saneamento possuem “concorrência” com relação à necessidade de desempenhar projetos e serviços de qualidade a fim de conseguirem investimentos necessários e aceitação da sociedade - que se reverte em menor inadimplência e maior respeito aos serviços de infra-estrutura urbana. A mais aguerrida das concorrências é relativa aos interesses privados em terceirizar e privatizar os serviços, eminentemente públicos. A expressão “competitividade” deve aqui ser entendida num contexto de empresa pública de prestação de serviços vitais de saneamento e não pode perder o referencial de prover a saúde ambiental. De acordo com esta missão e os fundamentos básicos descritos no subitem # 3.4.2., deverão ser definidas e implantadas as ações no presente, a visão de futuro, as metas e os objetivos estratégicos.

A solução dos problemas do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara, a continuidade das obras de esgotamento da Baixada de Jacarepaguá, bem como as obras no Recreio e da Zona Oeste em geral vêm suprir uma demanda de longo tempo e abre a possibilidade de se estabelecer um outro patamar no controle da poluição por esgoto sanitário na cidade. Para sua efetivação, devem ser considerados os recursos necessários às novas demandas na operação, manutenção e conservação dessas ampliações e o incremento da relação a ser construída entre os sistemas e os usuários. Daí o entendimento de que as obras de saneamento não garantem por si só a proteção ambiental, mas apenas iniciam um processo que só funciona na forma sistêmica, ou seja, mediante a integração de seus componentes, estruturas e usuários.

O conceito de saneamento caminha para a consolidação de um novo paradigma que implica e ampliar a visão da Engenharia Sanitária, superando os limites a ela impostos pelo processo histórico, pelas concepções cartesianas e ideário desenvolvimentista, ainda reinantes.

A consolidação de intervenções interdisciplinares deve orientar o saneamento ambiental, a fim de expressar seu robustecimento, inclusive a se considerar o alcance de seu escopo, onde a largueza da expressão retrata o grau de complexidade da vida contemporânea. O desafio maior é justamente a dificuldade prática de integração dos diferentes atores, provenientes de áreas setoriais diversas e da sociedade em geral, nos espaços urbanos e hidrológicos.

A análise histórica revelou que o crescimento desordenado e a alta densidade populacional atual são conseqüências do modelo econômico adotado, sob orientação importada de outros países, num processo que resultou na expansão urbana sem planejamento com as conseqüentes degradações ao meio ambiente. Contrariando muitos documentos e artigos publicados, principalmente no setor de saneamento - muitas vezes como justificativa de deficiências operacionais do sistema - o crescimento populacional não pode ser encarado como causa da poluição e sim como uma das conseqüências da produção e acumulação do capital.

Com relação à questão da ocupação urbana, ficou demonstrado que as ações prioritárias de saneamento ambiental nas comunidades carentes, encontram justificativas sociais, mesológicas e de viabilidade dos sistemas de esgotos. A maior concentração populacional estabelece maior importância às medidas de saneamento, segundo o primeiro princípio de Cynamon (1975). São as áreas favelizadas as que possuem as piores condições ambientais, ao tempo em que exercem grande pressão antrópica sobre o meio. Quanto à gestão dos sistemas e serviços de infra-estrutura urbana, verificou-se a necessidade de garantir eficiência na operacionalização, tanto nessas comunidades quanto em suas áreas contíguas. Esta conclusão foi evidenciada na historiografia do saneamento da cidade, de forma empírica e dramática.

Dialeticamente, a mudança de paradigma necessária à garantia de um saneamento ambiental poderá se dar justamente nestas condições mais complexas, desprovidas da maioria dos serviços de infra-estrutura e ações sociais, e que estão sendo gradualmente contempladas em projetos de amplo escopo. Entretanto, as várias ações simultâneas em determinado sítio, por si só, não são suficientes para um funcionamento sistêmico. O que indica a superação do isolamento das ações é a análise acurada da inter-relação entre as variáveis e do nível de vínculos entre elas, norteadas por ações sincronizadas no tempo e no espaço, de forma que os resultados principais e secundários contribuam para o alcance dos objetivos e metas previamente estabelecidos e renovados.

A pesquisa demonstrou que o saneamento vem sofrendo evolução conceitual, de ampliação de escopo, não se limitando às demandas reprimidas do *Saneamento Básico*. Ações de saneamento cada vez mais seguirão as tendências ambientais: Saneamento Ambiental,

Saúde Ambiental, Gestão Ambiental e Engenharia Ambiental. Por conseguinte, a superação de determinados paradigmas poderá nortear transformações significativas nas tecnologias aplicadas, utilizando-se para isso dos amplos recursos de modelagem computacional.

O enfrentamento destas questões requer a superação do artificial distanciamento entre o sujeito observador-conceituador e o objeto (sistema), bem como a reconciliação entre a filosofia e a técnica. Silva (1975), na aula inaugural da Faculdade de Engenharia em 1974, afirmou:

Vivemos, pois, sob o lema de dividir e conquistar o que nos faz extremamente eficientes na resolução de problemas limitados e localizados, porém que nos torna inoperantes, diante de qualquer assunto cuja compreensão não possa ser decomposta. Assim paralelamente ao grande desenvolvimento das ciências e técnicas, nos encontramos numa situação de estagnação face às filosofias.

Os estudos demonstraram a pertinência da concepção sistêmica como marco teórico e instrumento de análise para a compreensão e interpretação da problemática da poluição. A filosofia básica que norteou os estudos, o holismo, é o preceito filosófico que deve permear as ações sanitárias e ambientais para que se atinjam efetivamente os objetivos pretendidos. Procurou-se valorizar os diversos níveis de conhecimento, dentre eles os aspectos culturais e subjetivos de interpretação da realidade, de acordo com pontos de vista condicionados aos aspectos sócio-econômicos, psíquicos, culturais e de relações de poder.

A discussão sobre o presente e futuro do saneamento ambiental, bem como das ações de engenharia e das ciências do ambiente devem passar por uma reflexão epistemológica, com a revisão na demarcação do conhecimento científico e de suas contribuições para seu desenvolvimento. A concepção sistêmica vem se afirmando como uma perspectiva de compreensão da realidade, estando diversos componentes da comunidade científica, empenhados no seu estudo epistemológico e teorização. A pesquisa identificou que as instituições de ensino superior e os centros avançados de pesquisa estão cada vez mais interessados nestes estudos, desenvolvendo, inclusive, métodos de implantação da interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

A compreensão da interdependência entre os diversos elementos dos sistemas de saneamento, dentro do complexo urbanístico, permite uma melhor compreensão da fisiologia urbana onde a sociedade e as estruturas sociais são os principais agentes, construtores e transformadores das estruturas espaciais urbanas. Desta forma, o pensamento sistêmico torna-se um pensamento ambientalista e pode orientar com maior clareza a dinâmica das cidades e das políticas de saneamento.

A ideologia dominante sinaliza, através dos processos de alienação, articulados pelos veículos de propaganda, o individualismo como única solução na luta pela sobrevivência. Justifica-se e valoriza-se a concorrência como um processo seletivo natural. Esta visão distorcida da natureza traz consigo alta capacidade destrutiva e inviabiliza possibilidades de ações coletivas e cooperativas para resultados mais abrangentes e saudáveis. Estão no auge as contradições da indevida relação com o meio ambiente, a compreensão das relações de interdependência e a necessidade de mudança de concepção frente ao problema da poluição, suas origens e, por conseguinte, suas adequadas soluções.

É necessária uma mudança na percepção da sociedade quanto à sua relação com os corpos hídricos, uma transformação da conduta individual em relação ao seu entorno, estabelecendo-se novos vínculos e compreensão do meio onde habita, para que sejam respeitadas as legislações e normas de proteção ambiental. Para isso, o poder público precisa previamente demonstrar mudança qualitativa na gestão dos sistemas de saneamento e na sua própria relação com os corpos hídricos. A confiabilidade e segurança nos serviços devem ser considerados como premissa básica. Demonstrar que os ecossistemas que antes eram tidos com adversos, hoje são necessários à manutenção e reprodução da vida.

Não se pretende com isso, esgotar o assunto, uma vez que os estudos dos problemas dos sistemas de esgoto sanitários e de drenagem pluviais estão relacionados à evolução tecnológica desses sistemas e da necessidade de ampliação de pesquisas sobre tecnologias apropriadas a diversas situações em que se circunscrevem os sistemas de saneamento nos sítios da Cidade do Rio de Janeiro, incluindo a necessária interação entre os sistemas de saneamento e as comunidades carentes.

Os princípios da Ecologia, sua aplicação no desenvolvimento de modelos que simulem a realidade e as ações simultâneas são prerrogativas para interpretar as respostas dos ecossistemas diante das ações antropogênicas. Segundo Capra (1996) “São estes, então, alguns princípios básicos da ecologia - interdependência, reciclagem, parceria, flexibilidade, diversidade e, como conseqüência de todos estes, sustentabilidade (...) a sobrevivência da humanidade dependerá de nossa alfabetização ecológica, da nossa capacidade para entender esses princípios da ecologia e viver em conformidade com eles”.

Está assim exposta a evolução na percepção do problema de poluição, as técnicas de coleta e transporte dos esgotos sanitários que obedecem as diretrizes e, muitas vezes a ausência delas, daqueles que detém o poder de modificar o traçado e delinear a própria concepção de cidade e do modelo de desenvolvimento.

8.2 Proposições e Perspectivas

O melhor aproveitamento dos sistemas de esgotos, ou sua adequada utilização, conforme especificado em projeto, vem de encontro às idéias de racionalização e otimização através do menor dispêndio possível das grandezas fundamentais: espaço, tempo e energia. Medidas que evitem o refazer e o desperdício remetem-se à própria conceituação da engenharia, pois contemplam a adoção da melhor solução, de forma otimizada e engenhosa, por ser mais econômica e eficaz.

Os projetos de engenharia, através do estudo de alternativas, da concepção básica estabelecida e da metodologia executiva adotada, cada vez mais incorporam na análise custo-benefício a variável ambiental. Sobremaneira, há hoje que se admitir soluções de alto custo social, econômico, financeiro e político para apaziguar os conflitos ambientais, notadamente de interesse da sociedade, já que põe em risco a própria sobrevivência da espécie humana.

Em essência, os projetos de saneamento, propiciam efeitos sociais e ambientais positivos. Não obstante, sua não avaliação ecológica e aspectos quanto à vulnerabilidade operacional podem trazer efeito inverso às funções para as quais foram originalmente concebidos. Estudos demonstram a necessidade de valorização dos condicionantes ambientais, em nível dos projetos de saneamento e, em nível gerencial, a urgência na implementação gradativa e contínua, do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) nas empresas estaduais e municipais de saneamento (Brasil, 1998).

A Agenda 21, em seu capítulo 18.39, propõe:

Dar início a programas eficazes de prevenção e controle da poluição da água, baseados numa combinação adequada de estratégias para reduzi-la na sua fonte, (grifo nosso) avaliações do impacto ambiental e normas obrigatórias aplicáveis para descargas de fontes definidas importantes e fontes não definidas de alto risco, proporcionais ao desenvolvimento sócio-econômico delas.

A redução das interconexões para níveis que garantam a segurança da operacionalização dos sistemas de esgotos, sem comprometimento dos objetivos sanitários e ecológicos, está correlacionada às condições de operação, manutenção e conservação (OMC). Seu controle somente poderá ser efetivado se incorporado na rotina operacional e gerencial das concessionárias responsáveis. As dificuldades atuais para a gestão adequada dos serviços de esgotos têm origens diversas e em algumas questões são provenientes da forma como se deram e se dão a dinâmica dos serviços públicos e privados, na íntima relação existente entre eles no Brasil. Neste aspecto, cabe destacar as colocações de Brito (Obras, v.XXII, 1925), que primam pela justeza e atualidade:

Não é preciso definir o que se entende por conservação e refazimento de obras de engenharia. Sabe-se que consertar para bem conservar é uma

tarefa e que outra tarefa, bem diversa no ponto de vista econômico, é refazer ou restaurar obras arruinadas por má conservação, por acidente ou por defeito de plano ou de construção. Sabe-se que por descuidada conservação um pequeno estrago aumenta rapidamente e as despesas em consertos seguem a mesma progressão. O prejuízo, em certos casos, assume grande valor desde que se somem todos os danos causados pelo descuido inicial e pelas tardias providências para a restauração e pior ainda quando não resulte aproveitamento da lição e os trabalhos das restaurações se sucedam em ciclos, acarretando despesas evitáveis.

Como resposta às diversas críticas, nem sempre justas, aos problemas de conservação e seus verdadeiros responsáveis, ele adverte (Obras, v.XXII, 1925):

Uns atribuem o mal aos encarregados da conservação; outros acusam a administração superior das empresas ou das obras públicas; em certos casos atribui-se o mal a defeito de projeto ou de construção.

- Que responsabilidade poderá caber ao autor ou executor de um plano desde, que por má conservação, as obras se estraguem ou seja mau o funcionamento do sistema?

- Que responsabilidade poderão ter os encarregados da conservação se a administração pública recusar as autorizações e verbas para o custeio e consertos, ou se as conceder fora de tempo ou insuficientes, após os morosos processos de uma burocracia complicada e vexatória?

- Que parcela de responsabilidade poderá caber à administração, quando as verbas para o custeio sejam bastantes para uma boa conservação, mas o pessoal dela encarregado as emprega mal, por ignorância ou incúria? para apurar as coisas, nesse caso, será preciso saber se a administração está iludida ou se conhece a falta e mantém o pessoal desidioso por interesse da nefasta política.

Nesta citação, parte-se do pressuposto de que os projetos e a construção seriam realizados a contento. Vale ressaltar entretanto, que projetos de saneamento que não se atém à importância das etapas de OMC, comprometem sensivelmente a realização adequada dos serviços. Os aspectos da construção e da necessidade de uma fiscalização competente e idônea, que garantam o atendimento às normas e especificações técnicas subsidiadas por um controle tecnológico de obras

O combate às ligações irregulares deve sofrer ação fiscalizadora nas obras de implantação de redes coletoras e na autorização das ligações prediais, que, no caso da Cidade do Rio de Janeiro, devem ser executadas por empresas credenciadas pela CEDAE e sofrer vistorias desta para a aceitação final, de acordo com o Decreto Estadual nº 553/76.

O funcionamento integral dos sistemas de esgotos tem que ser necessariamente viabilizado por um conjunto de ações que promovam a restauração da configuração dos sistemas ao estabelecido em dimensionamento, atendendo-se às normalizações, especificações e parâmetros dos projetos de engenharia.

Para redução do lançamento de esgoto sanitário no sistema de drenagem e, inversamente, da contribuição pluvial no esgotamento sanitário, faz-se necessária uma proposta de plano de ações, para efeito de referência, **Programa Caça-Esgoto**. Deve ser estabelecido com metas claras, sem precipitações e interrupções, tendo em vista uma melhora contínua da qualidade das águas urbanas. Neste programa de despoluição ambiental deverão constar as seguintes ações, de acordo com as demandas específicas:

- ❑ Atualização, preferencialmente informatizada, do cadastro técnico dos sistemas de esgotos sanitário e pluvial;
- ❑ Conhecimento da evolução histórica das ampliações e modificações físicas e operacionais desses sistemas;
- ❑ Inspeção e identificação das interconexões e dos pontos de aporte de esgoto sanitário na drenagem pluvial e da contribuição pluvial no sistema de esgotamento sanitário;
- ❑ Inspeção e identificação dos aportes de esgotos sanitários nas coleções hídricas e na orla marítima;
- ❑ Caracterização e diagnóstico do comportamento real (hidrodinâmico) dos sistemas de esgotos e de suas interconexões, nos períodos seco e chuvoso, através de monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico e polutométrico;
- ❑ Avaliação das deficiências operacionais dos sistemas de esgotos decorrentes das contribuições indevidas;
- ❑ Estimativa das vazões de contribuições indevidas em ambos os sistemas, hierarquizando as principais fontes/origens de lançamentos indevidos;
- ❑ Classificação e reenquadramento das coleções hídricas;
- ❑ Avaliação dos impactos ambientais dos despejos irregulares sobre os meios receptores;
- ❑ Vistoria nos domicílios residenciais, comerciais e industriais, quanto ao uso, ou não, da rede coletora de esgoto sanitário como destino dos efluentes domésticos e inspeção dos requisitos dos sistemas prediais necessários à proteção da rede pública (caixas retentoras, ventilação, caixas de inspeção, etc);
- ❑ Correção das ligações prediais irregulares, eliminação dos extravasores e readequação das partes referentes à admissibilidade de recebimento das contribuições pertinentes a cada sistema (incluindo obras de substituição ou ampliação da rede pública), após avaliação do nível de integridade e capacidade hidráulica demandados pelo sistema diante da eliminação das interconexões;

- ❑ Redução dos pontos de ingresso das águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário com remoção das interligações de esgoto sanitário/pluvial (ligações irregulares e extravasores), das águas de infiltração (subterrâneas), das águas provenientes das contribuições parasitárias da rede coletora e órgãos acessórios (águas pluviais superficiais), além do aporte pelas elevatórias (grelhas, grades, bueiros, caixa de areia, etc);
- ❑ Desativação gradativa das *estruturas atípicas* ao sistema *separador absoluto*;
- ❑ Análise do processo de despoluição dos cursos d'água, em função da eliminação do aporte de esgoto sanitário, de acordo com um planejamento de recuperação gradual;
- ❑ Formação de equipe de campo, preferencialmente com pessoas da comunidade e estagiários, obrigatoriamente coordenados por funcionários efetivos das empresas concessionárias envolvidas;
- ❑ Implementação de programa de treinamento interdisciplinar para equipe também interdisciplinar, contemplando capacitação técnica, conceitos de educação ambiental, relações causa-efeito e inter-relação entre sistemas de saneamento e comunidade;
- ❑ Divulgação ampla dos objetivos das intervenções nos meios de comunicação para a sociedade em geral, e previamente detalhada, nas áreas de intervenção efetiva, esclarecendo as atividades necessárias para sua implementação;
- ❑ Incentivo à participação da sociedade na construção e avaliação do programa em suas diversas etapas;
- ❑ Identificação das motivações negativas relacionadas às ligações irregulares no âmbito privado a fim de nortear a construção e uso das motivações positivas de adequação;
- ❑ Educação sanitária e ambiental para conscientização dos usuários quanto ao uso correto dos sistemas prediais de esgoto sanitário e pluvial, evidenciando sua relação com o sistema público, levando-se em consideração aspectos sócio-econômicos e culturais;
- ❑ Identificação de atores ligados ao tema, governamentais e não governamentais, que possam desenvolver com equipes interinstitucionais, através de sistemas em rede, ações de redução do aporte indevido de esgotos;
- ❑ Implantação de um programa de manutenção preventiva, corretiva e emergencial nos sistemas de esgotos, com ênfase na prevenção;
- ❑ Monitoramento antes, durante e após as intervenções, com fiscalização permanente e sistemática dos corpos hídricos, dos sistemas de esgotos e das fontes de poluição pontuais e difusas, a fim de impedir novas conexões;

- Emissão de relatórios de acompanhamento, com resultados alcançados (pontos e volume eliminados, redução de carga poluidora, equivalente populacional, etc);
- Disponibilidade dos relatórios ao público, obrigatória e facilitada, inclusive pela internet, garantindo a participação da sociedade e registro de seus pontos de vista;
- Manutenção de um serviço especial de controle de ligações irregulares, com vistoria nos domicílios, de acordo com as exigências preconizadas na legislação pertinente;
- Estímulo ao desenvolvimento tecnológico na área, a fim de dar suporte técnico e otimizar ações conjuntas;
- Após avisos prévios, como últimas mas não menos importantes, medidas coercitivas (autuação e multa) sobre as ligações irregulares.

É mister observar que as ações supracitadas são referentes, especificamente, a um plano de melhoria da qualidade das águas dos meios receptores e controle de poluição decorrente do aporte de esgoto sanitário. Para a recuperação integral dos corpos hídricos, estas ações devem fazer parte de um programa que contemple a eliminação ou a mitigação dos impactos ambientais descritos no subitem # 6.2.2., para um efetivo sistema de gestão de bacias hidrográficas.

Um *Programa Caça-esgoto* de recuperação ambiental, deve estar fundamentado em requisitos legais e regulamentos; conceitos científicos e técnicos; questões ambientais e de saúde pública; necessidades, expectativas e percepções da sociedade.

Cada bacia de esgotamento possui características específicas em diferentes escalas, havendo demandas diferenciadas no processo de adequação das condições operacionais. Como os sistemas possuem carências acumulativas, as medidas iniciais se apresentam com maior necessidade. Após sua otimização poderão apresentar melhoria evolutiva, com redução de custos corretivos e emergenciais, com importantes reflexos na sociedade. É um trabalho que exige continuidade, e, não obstante, promove desde o início uma regressão gradual no processo de poluição dos corpos hídricos, de reflexo direto sobre a sociedade⁵⁴, o meio ambiente e a própria melhoria operacional dos sistemas envolvidos.

Quando a eliminação de ligações irregulares é realizada sem a sensibilização da comunidade e sem a devida clareza dos propósitos das intervenções, o resultado efetivo é a manutenção do “*status quo*” existente por efeito da inércia, que atua tanto na natureza física, quanto social. Se for produzida uma ação fiscal isolada sem estudo acurado da repercussão

⁵⁴ Um dos aspectos da aceitação da sociedade pode ser traduzida em redução de inadimplência, que segundo a recém criada Diretoria Comercial da CEDAE, o número de inadimplentes chega a 600 mil consumidores, correspondendo a uma dívida de cerca de R\$ 2 bilhões. A inadimplência mensal está acima de 30% (Boletim CEDAE, 2003).

econômico-social, o resultado poderá ser inócuo ou contrário à intenção que o gerou (Silva, 1976).

Técnicas mais simples, como o lançamento de traçadores (corantes) nas instalações sanitárias das residências, indústrias, estabelecimentos comerciais; métodos expeditos de contaminação por matéria orgânica (*Método de Nessler*), e/ou tecnologias mais sofisticadas como: inspeção por circuito interno de televisão, monitoramento das lâminas d'água de GAP por sensores de ultra-som, comparação através de fotografias aéreas, monitoramento por sensoriamento remoto, mapeamento digital, sistema de informação geográficas (SIG), dentre outras, são recursos que estão disponíveis para viabilizar o monitoramento e o controle sistemáticos.

De acordo com o engenheiro Maurício Gomberg, em palestra proferida na SEAERJ em dezembro de 2002, a CEDAE dispõe de estudos pormenorizados, com detalhamento em cadastro e projetos, de eliminação de extravasores e readequação da rede pública de esgoto, apresentando, como exemplo, os estudos relativos à área correspondente ao Sistema Alegria, e que aguardam a disponibilidade de recursos para realização das devidas correções.

Conforme apresentado no subitem # 6.3.1., a eliminação, nos corpos receptores, das contribuições indevidas provenientes do sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário depende preliminarmente da superação do histórico déficit de unidades de tratamento dos esgotos sanitários.

Quanto aos efluentes industriais, torna-se eminente um plano de recadastramento e licenciamento para recebimento de efluentes não domésticos na rede coletora da CEDAE, uma vez que as águas residuárias devem estar em conformidade, sob o ponto de vista quantitativo e qualitativo, para o lançamento na rede coletora de esgoto e nos corpos hídricos.

Um conjunto de ações para eliminação das interconexões, como as previstas no *Programa Caça-Esgoto*, pode fazer parte de programas especiais de sistema de gestão ambiental, subsidiar estudos de caracterização e diagnóstico do sistema de esgoto sanitário, ou fazer parte do escopo dos planos diretores de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial.

A questão exige grandes e constantes investimentos, e obviamente não pode ser feita somente com os esforços de concessionárias. Um plano integrado de ações visando eliminar o aporte de esgoto sanitário, associado ao controle de outras fontes de poluição, gera resultados profundos, inclusive com a possibilidade de redução da inadimplência.

Para o provimento da infra-estrutura urbana adequada ao equacionamento dos efluentes domésticos e a concretização de cenários futuros melhores, seguem algumas proposições e perspectivas correlacionadas à temática abordada.

1. Necessidade de um processo de integração multisetorial, prioritariamente: gestão dos recursos hídricos, ocupação urbana, concessionárias de esgoto sanitário, drenagem pluvial e saúde pública. O saneamento ambiental é, em grande parte, a expressão da atuação desses setores. Quando não entendidas suas inter-relações e interdependências, os resultados são limitados e superficiais. O cenário de desarticulação dessas intervenções é marcado pela ausência de uma política de saneamento e de um planejamento estratégico representada pelo deficitário cumprimento de planos diretores;
2. Revisão do plano diretor de esgoto sanitário, articulada com a implantação urgente do plano diretor de drenagem pluvial na cidade. Estes devem fazer uma análise quantitativa e qualitativa da contribuição de esgoto sanitário e de águas pluviais no sistema de drenagem pluvial e de esgotamento sanitário, respectivamente, e avaliar seus efeitos sobre esses sistemas e o meio ambiente, além de propor um programa integrado de reversão do atual cenário de degradação ambiental;
3. O poder público estadual, através do fortalecimento de seus órgãos ambientais, como a FEEMA - outrora referência nacional no controle da poluição - deve rever os usos benéficos e a classificação dos corpos d'água, realizando amplo reenquadramento. Esta responsabilidade não pode ser postergada ou transferida. Deve ser compartilhada com a comunidade, estimulando e incentivando a criação de comitês de bacia, de modo a manter a condição de um segmento de corpo d'água em correspondência com a sua classe. As técnicas utilizadas na gestão dos sistemas devem ser orientadas no sentido de incidir sobre a participação e organização social. O processo educativo é instrumento essencial nos processos de despoluição das coleções hídricas;
4. Atualmente as ações sistêmicas de monitoramento, controle e fiscalização das coleções hídricas na cidade ocorrem de forma tênue, sendo fundamental para o manejo adequado, a capacidade de realização desses serviços por parte das concessionárias e órgãos de controle ambiental;
5. Política ambiental formalmente endossada pela alta administração das concessionárias, cujo conteúdo atinja os níveis operacionais dos sistemas de saneamento. A consciência ambiental dos trabalhadores deve ser formada estabelecendo-se um panorama da relação causal entre a operação do sistema de esgotamento e os impactos ambientais gerados por sua operação;
6. Atividades que forneçam subsídios à CEDAE para as intervenções físicas no sistema, inclusive as relativas às instalações prediais privadas. Melhora nas ações de apoio

operacional e gerencial. Atividades de estudos e projetos, apoio jurídico, treinamento e comunicação externa;

7. Maior controle das intervenções subterrâneas que possam interferir e danificar partes e componentes dos esgotos implantados;
8. Por serem, em sua maioria, estruturas subterrâneas, as características construtivas dos sistemas de esgotos exigem grande atenção por parte da fiscalização. Esta deve ser formada por uma equipe proporcional ao empreendimento, com competência técnica. Deve-se, através de um plano de controle tecnológico de obras, contemplar ensaios de serviços, materiais, artefatos e equipamentos determinantes para a qualidade, segurança e durabilidade das estruturas, dos processos e do sistema;
9. Plano de remanejamento gradual dos trechos de redes coletoras de esgoto sanitário e de GAP, com integridade e funcionabilidade comprometidas. Este empreendimento se torna oneroso e complexo pela magnitude e diversidade de impactos que gera, principalmente nas áreas de alta densidade urbana. Entretanto, se faz necessário frente aos impactos negativos decorrentes da sua não realização e à garantia das condições de funcionamento do sistema *separador absoluto*;
10. Ampliação dos índices de cobertura de esgotamento sanitário e melhoria dos serviços de operação, manutenção e conservação. Adoção de política voltada para a recuperação da capacidade dos sistemas implantados. É imprescindível realizar um amplo debate cultural no meio técnico sobre os acertos e desacertos do passado e as dificuldades atuais do sistema, complexo por sua escala e características;
11. O atendimento a 100% da população deve ser uma meta e esforços devem ser convergidos, principalmente nas comunidades carentes, para a implantação de redes e integração adequada com os sistemas existentes;
12. A coleta e transporte de esgoto sanitário devem avançar no sentido de garantir a estanqueidade de seus componentes e a eficiência dos sistemas de tratamento a fim de melhorar as condições de salubridade pública e diminuir o risco ambiental.
13. Em alguns casos, o problema não é de saneamento, mas sim de ocupação do solo em áreas inadequadas para a fixação humana - áreas de risco, proteção ambiental, áreas inviáveis para implantação dos serviços de infra-estrutura. Caso seja imprescindível haver remoções, estas devem ser acompanhadas de apresentação de melhores alternativas habitacionais, dentro de uma política de participação social e equacionamento de conflitos. A melhoria sanitária e ambiental da cidade como um todo só acontecerá se houver o

atendimento às carências de saneamento e serviços públicos acumulada historicamente nas áreas favelizadas, através do equacionamento do déficit habitacional e da distribuição de renda;

14. A constatação do avanço tecnológico em que nos encontramos é irrefutável. Na atualmente denominada “Era do Conhecimento”, a capacidade deste poder de transformação gerar melhorias concretas para a maioria da sociedade está ameaçada pela apropriação e monetarização do saber. O conhecimento técnico não deve ser tratado como propriedade privada, mas utilizado como instrumento socializante, uma vez que é patrimônio da humanidade, fruto da contribuição de sucessivas gerações. Deve ser descartada a visão retrógrada e tecnicista do ser humano “apolítico” e outras definições inconsistentes. A pesquisa não pode limitar-se ao desenvolvimentismo, mas também à transferência e aplicabilidade de tecnologia, com o objetivo final de garantir amplo acesso à população;
15. O estudo da história da Engenharia Sanitária e Ambiental nos impõe a necessidade de concentrar esforços no resgate de sua memória. Para isso, é de extrema valia a reativação da iniciativa do *Espaço Memória do Saneamento*. Criado em 1991, inicialmente através de convênio da CEDAE com a ABES e reativado pela Associação dos Empregados de Nível Superior da CEDAE (ASEAC), que em razão de dificuldades financeiras, foi paralisado. Um espaço que privilegiasse o resgate da história do saneamento, seria uma medida de incentivo à pesquisa e de valorização da empresa pública de saneamento;
16. A educação ambiental é um instrumento de ação sistêmica, que deve ter caráter interdisciplinar, sendo necessária quando o objeto em questão for o sistema de esgoto, a participação dos engenheiros responsáveis e dos especialistas, uma vez que a educação sanitária é parte constituinte indispensável;
17. Para a obtenção de resultados mais satisfatórios na gestão ambiental, reafirma-se a necessária implicação e responsabilidades da sociedade civil quanto ao uso dos recursos e espaços que formam o horizonte das atividades cotidianas. O engajamento desloca o eixo do controle imposto pela lógica utilitarista do mercado e da administração tecnocrática. Este é, sem dúvida, um desafio que consiste em modificar as relações existentes, alterando o quadro de referência que orienta os padrões de comportamento dos atores individuais (Silva, 1998);
18. A análise e utilização de indicadores de desempenho dos sistemas de saneamento podem promover, de forma catalisadora, o monitoramento e controle ambiental, ações sistêmicas

imprescindíveis em qualquer conjunto de intervenções que visem à saúde ambiental. São fundamentais para a vivacidade e validade de programas de saneamento, como os direcionados para as comunidades carentes. Através de uma engenharia socialmente comprometida é possível definir critérios de projetos e obras de engenharia, avaliar acertos e erros cometidos em programas, análise das alternativas e concepções adotadas. Em síntese, confirmar o desenvolvimento tecnológico a serviço da sociedade. Em vez de desenvolvimento sustentável deve-se trabalhar para uma sociedade sustentável, incluindo-se em todo novo projeto de viabilidade técnico-econômica a viabilidade da vida, do custo social e do respeito ao homem e a natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABES. **Catálogo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. XVIII CABES. Guia do Saneamento Ambiental no Brasil, 96. 1 CD-ROM. 1998.
2. ABNT. NBR 7229. **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1993. 15 p.
3. _____. NBR 8890. **Tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2003. 16 p.
4. _____. NBR 9648. **Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1986. 5 p.
5. _____. NBR 9649. **Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986. 7 p.
6. _____. NBR 9800. **Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1987. 3 p.
7. _____. NBR 9814. **Execução de rede coletora de esgoto sanitário - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1987. 19 p.
8. _____. NBR 12207. **Projeto de interceptores de esgoto sanitário - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1989. 3 p.
9. _____. NBR 13969. **Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1997. 60 p.
10. ABREU, M. de A. **Evolução urbana do Rio de Janeiro**. 3. ed. Rio de Janeiro: IPLANRIO, 1997. 156 p.
11. _____. (Org.). **Natureza e sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes. Deptº Geral de Documentação e Informação Cultural. (Coleção Biblioteca Carioca). 1992. v.21, 352 p.
12. ACOT, P. **História da ecologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 212 p.
13. AEERJ. **Programa de Despoluição da Baía de Guanabara - PDBG**. Rio de Janeiro, 1998. 24 p. Edição bilíngüe.
14. ALCÂNTARA, U.M.A. de. **O dessecamento do solo do Rio de Janeiro**. In: Revista Municipal de Engenharia. Rio de Janeiro: PCRJ. abr./jun.1953. p. 85-97.
15. _____. **As primeiras galerias de águas pluviais do Rio de Janeiro**. In: Revista Municipal de Engenharia. Rio de Janeiro: PCRJ. jan./mar.1953. p.18-28.
16. _____. **As valas do Rio de Janeiro de antanho**. In: Revista Municipal de Engenharia. Rio de Janeiro: PCRJ. abr./jun.1952. p.70-73.
17. _____. **O problema da salubridade no velho Rio de Janeiro**. In: Revista Municipal de Engenharia. Rio de Janeiro: PCRJ. jan./mar.1952. p.15-20.
18. _____. **As inundações e os aguaceiros**. In: Revista Municipal de Engenharia. Rio de Janeiro: PCRJ. out./dez. (2ª parte). 1951. p.193-207.
19. ALMEIDA, J.R. de; MORAES, F.E.; SOUZA, J.M. de; MALHEIROS, T.M. **Planejamento Ambiental: Caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum. Uma necessidade, um desafio**. 2. ed. Rio de Janeiro: Thex/Biblioteca Estácio de Sá, 1999. 180 p.

20. AQUINO, R.S.L. de *et al.* **Sociedade Brasileira: Uma História Através dos Movimentos Sociais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Record, 2001. p. 373-404.
21. AMADOR, E. da S. **Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza**. Rio de Janeiro. Edição do autor, 1997. 539 p.
22. AMADOR, E. da S.; LIMA, S.R. de. **Considerações e Propostas dos Movimentos Ambientais Baía Viva & Os Verdes para a Fase II do “Programa de Despoluição da Baía de Guanabara”**. Rio de Janeiro. 1998. 80 p.
23. AZEVEDO, J.G. de. **Roteiro para o Plano Diretor do Sistema de Esgotos Sanitários do Estado da Guanabara**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 1., 1960, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1960. 20 p.
24. AZEVEDO NETTO, J.M. de. (Coord.) **Sistemas de Esgotos Sanitários**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, USP, CETESB, 1973. 418 p.
25. AZEVEDO NETTO, J.M. de. **Um Marco na Engenharia Sanitária no Brasil**. São Paulo: Revista DAE, 1990. v. 50, n.159, IX, p. 9.
26. _____. **Notas sobre a Evolução da Hidráulica no Brasil**. São Paulo: Revista DAE, 1986. v.46, n.144, p. 39-43.
27. _____. **Cronologia do Abastecimento de Água (até 1970)**. São Paulo: Revista DAE, 1984. v.44, n.137, p. 106-111.
28. _____. **Contribuições Indevidas para a Rede de Esgotos**. São Paulo: Revista DAE, 1979. n.120, p. 36-38.
29. _____. **Cronologia dos Serviços de Esgotos, com especial menção ao Brasil**. São Paulo: Revista DAE, 1959. v. 20, n.33, p. 15-19.
30. AZEVEDO NETTO, J.M. de; BOTELHO, M.H.C.; GARCIA, M. **A Evolução dos Sistemas de Esgotos**. Rio de Janeiro: Engenharia Sanitária, 1983. v. 22, n. 2, p.226-228.
31. AZEVEDO NETTO, J.M. de; FERNANDEZ M.F.; ARAÚJO, R. de.; ITO, A.E. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher. 1998. 670 p.
32. BARROS, R.T. de V. *et al.* **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. v. 2, 221 p.
33. BENCHIMOL, J.L. **Pereira Passos: um Haussmann Tropical**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes. Deptº Geral de Documentação e Informação Cultural. (Coleção Biblioteca Carioca, v.11), 1990. 330 p.
34. BOFF, L. **Saber cuidar, ética do humano - compaixão pela terra**. 8. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1999. 199 p.
35. _____. **A águia e a galinha – Uma metáfora da condição humana**. 38. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997. 206 p.
36. _____. **Deus, ética e democracia. Por uma revolução ambiental**. Rio de Janeiro: In Revista FEEMA, jan./fev. 1994. n. 14, 5 p.
37. BORJA, P.C.; MORAES, L.R.S. **Indicadores de saúde ambiental com enfoque para a área de saneamento**. In: Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro: ABES, jan./jun. 2003. v.8, Partes 1 e 2, p.13-38.
38. BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 1. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305 p.
39. BRANCO, S.M. **Ecossistêmica – Uma abordagem integrada dos problemas do Meio Ambiente**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 202 p.

40. _____. **Poluição: A Morte de Nossos Rios**. 2. ed. São Paulo: CETESB, ACETESB, 1983. 166 p.
41. BRANCO, S.M.; ROCHA, A.A. **Elementos de Ciências do Ambiente**. São Paulo: CETESB, ACETESB, 1987. 206 p.
42. BRASIL, 2002. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2001**. (Série Modernização do Setor Saneamento). Brasília: IPEA. v. 7, 80 p.
43. BRASIL, 2001. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Diretrizes Estratégicas para o Fundo de Recursos Hídricos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. Brasília. versão 3.5, 43 p.
44. BRASIL, 2001. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. **Programa de Assistência Técnica ao PROSANEAR: Informe Geral**. Brasília, 9 p.
45. BRASIL, 1999. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3. ed. Brasília. 374 p.
46. BRASIL, 1998. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. **Proposta Metodológica de Classificação e Avaliação Ambiental de Projetos de Saneamento**. (Série Modernização do Setor Saneamento). Brasília: IPEA. v. 11, 85 p.
47. BRASIL, Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**.
48. BRASIL, Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**.
49. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. **Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional**.
50. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA**.
51. BRITTO, E.R. de. **As Galerias de Águas Pluviais como Sistema Auxiliar**. In: ABES Informa. Rio de Janeiro: ABES, set/out. 2002. ano 9, n. 09/10.
52. BRITO FILHO, F.S. **Um caso peculiar em urbanização: Saneamento de lagoa salobra poluída em clima tropical - a Lagoa Rodrigo de Freitas**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro: Escritório Saturnino de Brito, 1971. v. 7, 35 p.
53. BRITO, F.S.R.de. **Saneamento de Santos**. 1898. In: Publicações Preliminares. Obras Completas de Saturnino de Brito. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943. v.1, p. 231-269.
54. _____. **Esgotos das Cidades**. 1901. In: Esgotos – Parte Geral. Obras Completas de Saturnino de Brito, Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943. v. 2, p. 9-88.
55. _____. **Les Égouts de Rio de Janeiro**. 1909. In: Esgotos - Parte Geral. Obras Completas de Saturnino de Brito. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943. v. 2, p. 259-267.
56. _____. **Como melhorar o sistema de esgoto do Rio de Janeiro**. 1923. In: Esgotos – Parte Geral. Obras Completas de Saturnino de Brito. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943. v. 2, p. 291-298.

57. _____. **Saneamento da Lagoa Rodrigo de Freitas.** 1922. p.1-92. In: Projetos e Relatórios - Saneamento da Lagoa Rodrigo de Freitas e da Baía. Obras Completas de Saturnino de Brito. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1944. v. 15, p.1-85.
58. _____. **As Inundações no Rio de Janeiro.** 1929. In: Memórias diversas. Obras Completas de Saturnino de Brito. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943. v. 18, p. 337-346. (artigo não concluído).
59. _____. **As “Favelas...” de Paris.** 1927. In: Urbanismo - Estudos diversos. Obras Completas de Saturnino de Brito. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943. v. 20, p. 185-189.
60. _____. **Os Melhoramentos do Rio de Janeiro.** 1927. In: Urbanismo - Estudos diversos. Obras Completas de Saturnino de Brito. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943. v. 20, p. 177-184.
61. _____. **Conservação e Refazimento das Obras.** 1925. In: Economia, Sociologia e Moral. Obras Completas de Saturnino de Brito. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943. v. 22, p. 159-166.
62. CAPRA, F. **A Teia da Vida: Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos.** São Paulo: Cultrix, 1996. 256 p.
63. _____. **O Ponto de Mutação: A ciência, a Sociedade e a Cultura Emergente.** 14. ed. São Paulo: Cultrix, 1982. 447 p.
64. CARNEIRO, P.R.F. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio –Iguaçu / Sarapuí – Morbidade de Doenças de Veiculação Hídrica.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12., 1997, Vitória. Anais 3... Vitória: ABRH. p. 241-248.
65. CEDAE. **Jornal da CEDAE.** Veículo oficial de divulgação. Rio de Janeiro: Ano 1, n. 1, abril/2003.
66. _____. **Rio de Janeiro é a segunda cidade do mundo a ter rede de esgotos.** Endereço eletrônico oficial. Banco Memória CEDAE. Divisão de Marketing Superintendência de Comercialização. Disponível em: <<http://www.feema.rj.gov.br/bacia>>. Acesso em: 10 jan. 2003.
67. _____. **As águas rolaram.** Rio de Janeiro: Monte Castelo Idéias, 2001. 72 p.
68. _____. **Documento base para formulação da Fase II do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara.** Rio de Janeiro: ADEG, 1997.
69. _____. **Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e das Bacias Contribuintes à Baía de Guanabara – Relatório Síntese.** Rio de Janeiro: Serviços Técnicos de Engenharia S.A., 1994. 258 p.
70. _____. **Especificações Gerais para Construção de Coletores e Galerias de Esgotos Sanitários.** Rio de Janeiro: CEDAE, 1975. 45 p.
71. CHALHOUB, S. **Cidade Febril: cortiços e epidemias na Corte Imperial.** 1. ed., São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 250 p.
72. CHAMPS, J.R.B.; PEREZ, S.T.C.S.; FRÓES, C.M.V. **O Planejamento do Sistema de Drenagem Urbana na Cidade de Belo Horizonte.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21., 2001. João Pessoa, PB. Anais... João Pessoa, PB.: ABES, 2001. 8 p.

73. CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1. ed., São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 236 p.
74. CLUBE DE ENGENHARIA. **A Crise da Engenharia e Arquitetura Públicas no Estado do Rio de Janeiro**. Seminário. agosto de 2003.
75. _____. **A Gestão da Água no Estado do Rio de Janeiro: Panorama dos Sistemas de Água e Esgoto, Política de Recursos Hídricos – Controle de Poluição, Drenagem Urbana e Inundações**. Rio de Janeiro, setembro de 2002.
76. COARACY, V. **Memórias da Cidade do Rio de Janeiro**. 2. ed., Rio de Janeiro: José Olympio, 1965. p. 59-215.
77. COARACY, V. **O Rio de Janeiro no século XVII**. 1. ed., Rio de Janeiro: José Olympio, 1944. p. 1-200.
78. COELHO, F.D. **Cooperação urbana e saneamento básico: das grandes cidades à rede urbana**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, IPPUR, 1985. 191 f.
79. COHEN, S.C. **Política Habitacional Nacional e Específica do Município do Rio de Janeiro Anterior ao Fenômeno Favela até 1996**. Rio de Janeiro. [s.d.], (mimeo), 16 p.
80. COIMBRA, J. A. A. **O Outro Lado do Meio Ambiente**. São Paulo: CETESB, 1985. 204 p.
81. COPPETEC; LOGOS ENGENHARIA S.A. **Relatório Final - Versão Final da Auditoria Ambiental do Sistema de Esgotamento Sanitário servindo a Bacia Contribuinte à Lagoa Rodrigo de Freitas e Sub-Bacia do Rio Rainha**. Rio de Janeiro, 2001.
82. CORRÊA, A.M. **Terra Carioca: Fontes e Chafarizes**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. 1939. 186 p.
83. COSTA, A.M. **Análise Histórica do Saneamento no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - ENSP, Fiocruz, Rio de Janeiro, 1994. 163f.
84. COSTA, W.P.; GIRAFA, C.H. **Programa Setorial da Qualidade e Produtividade do Saneamento Ambiental**. Rio de Janeiro: Revista Parceria em Qualidade. [s.d.], p. 4-5.
85. CYNAMON, S.E. **Lucro o grande impasse para a cidade do futuro**. Rio de Janeiro: ENSP, 1992. 14 p.
86. _____. **Sistema não convencional de esgoto sanitário a custo reduzido, para pequenas coletividades e áreas periféricas**. 2. ed., Rio de Janeiro: ENSP, Cadernos de Saúde Pública, 1986. 52 p.
87. _____. **Solidariedade – Soluções para as áreas carentes**. In: Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente, 1., 1984, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 1984. (mimeo), 7 p.
88. _____. **Saneamento - Subsídios para um instrumental de análise**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 8., 1975, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1975. (mimeo), 7 p.
89. DACACH, N.G. **Sistemas Urbanos de Esgoto**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984, 256 p.
90. DESCARTES, R. **Discurso do Método**. 1.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989. 102 p.

91. DIAS, A.P., ROSSO, T.C.A., **Relatório Fotográfico do Rio Carioca**. Rio de Janeiro: Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia da UERJ. CD-ROM, 2003.
92. DIAS, A.P.; ROSSO, T.C. de A.; SILVA, E.R. da. **Concepção Sistêmica: Uma Perspectiva para o Saneamento Ambiental**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 22., Joinville - SC, 2003. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2003. 16 p.
93. DIAS, A.P.; ROSSO, T.C. de A.; VARGAS, A.B., **Engenharia conta a História do Saneamento Ambiental do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://uerj.br/ambiente/destaque/saneamento_ambiental.htm>. Acesso em: 15 abr. 2002.
94. DIAS, G. F. **Elementos de Ecologia Urbana e sua Estrutura Ecológica**. Brasília: IBAMA, 1997. 48 p.
95. ECO, U. **Como se faz uma tese**. 16. ed. São Paulo: Perspectiva, 1977. 170 p.
96. EVANGELISTA, H. de A. **Uma abordagem geográfica à reivindicação por equipamento sanitário: O caso da Barra da Tijuca (RJ)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, CCMN. 1989. 135 f.
97. FAPERJ. **Sinal de alerta: Algas tóxicas ameaçam qualidade da água do Rio Paraíba do Sul**. In: Revista Nexo, n.1. Rio de Janeiro, nov. 2002.
98. FAPERJ. **Das favelas aos parques proletários**. In: Faperj Notícias. Rio de Janeiro, nov. 2002.
99. FEEMA, **Diagnóstico Sucinto dos Principais Corpos d'Água do Estado**. Endereço eletrônico oficial. Disponível em: > <http://www.feema.rj.gov.br/bacia>. Acesso em: 28 jan. 2003.
100. _____. NT-202. **Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos**. Rio de Janeiro, 1986. rev. 10, 6 p.
101. _____. DZ-205. **Diretriz de Controle de Carga Orgânica em Efluentes Líquidos de Origem Industrial**. Rio de Janeiro: FEEMA. 1991. rev. 05, 5 p.
102. _____. DZ-215. **Diretriz de Controle de Carga Orgânica Biodegradável em Efluentes Líquidos de Origem Não Industrial**. Rio de Janeiro: Diário Oficial, 30 de dezembro de 2002. rev. 03, p. 21-22.
103. FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. **Manual de Utilização das Águas Pluviais**. 1. ed. Curitiba: Livraria do Chain, 2002. 190 p.
104. FERREIRA, R.C.; FRANCISCO, J. **Sistemas de Drenagem: Natural x Artificial**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21., João Pessoa, PB, 2001. Anais... João Pessoa: ABES, 6 p.
105. FERREIRA, A.B.H. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa - Básico**. 1. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.
106. FIBGE. **Censo Demográfico - Características da população e dos domicílios - Resultado do Universo 2000**.
107. _____. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000**.
108. FRANÇA, J.F. **Sistema de Esgoto e Coleta de Lixo - Manutenção de Rede**. Rio de Janeiro: Faculdade de Engenharia da UERJ, 1973. Apostila (mimeo). 60 p.
109. FREIRE, G. **Casa-grande & senzala**. 43. ed. Rio de Janeiro: Record, 2001. 668 p.

110. GIORDANI, S.; SANTOS, D.C. dos. **Metodologia de Identificação e Avaliação de Possibilidades de Reúso de Efluentes Domésticos Tratados**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 22., Joinville - SC, 2003. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2003. 13 p.
111. GOLDENFUM, J. A.; COLLISCHONN, W. GERMANO, A. **Simulação e Análise do Funcionamento de um Sistema de Esgotos Mistos em Porto Alegre**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12., Vitória. Anais 3... Vitória: ABRH, 1997. p. 229-236.
112. GOMES, I. M. **A Chegada de Novas Infraestruturas no Rio de Janeiro: O Caso do Sistema de Esgoto Sanitário (1850-1912)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - CCMN, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001. 130 f.
113. GOMES, P.M.L.; THOMAS, F.R. CALHMAN, O.K.B. **Alternativas para a Melhoria da Qualidade da Água junto a Captação da CEDAE no Rio Guandu**. In: Seminário Bacia Hidrográfica do Rio Guandu - Problemas e Soluções. Rio de Janeiro: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu. UFRural, 2002. 8 p.
114. GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. da (Org.) **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 416 p.
115. HELLER, L. **Saneamento e Saúde**. Brasília: OPAS/OMS. Escritório Regional da Representação do Brasil, 1997. 97 p.
116. HELLER, L. NASCIMENTO, N.O.; VON SPERLING, M. **Investigação Científica em Engenharia Sanitária e Ambiental – Parte 1: O Delineamento Experimental**. In: ABES, Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, ano I, n. 2, abr/jun 1996.
117. IFTODA, E.M. **Meio Ambiente, Interdisciplinaridade, Transdisciplinaridade, Um Convite à Visão Holística**. Disponível em: http://www.unimep.br/fd/ppgd/cadernosdedireito/08_artigo.html. Acesso em: 30 mar. 2003.
118. KARASCH, M.C. **A Vida dos Escravos no Rio de Janeiro 1808-1850**. 1. ed. Rio de Janeiro: Companhia da Letras, 2000. p. 140-281.
119. KELMAN, J. **Sistema de Tratamento de Esgoto: Concentrado ou Distribuído?** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12., 1997, Vitória. Anais 3... Vitória: ABRH, p. 237-239.
120. KELMAN, J.; MAGALHÃES, P.C. **Controle de Enchentes Urbanas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12., 1997, Vitória. Anais 3... Vitória: ABRH, p. 205-211.
121. KLIGERMAN, D.C. **Gestão Ambiental Integrada: Recursos Hídricos, Saneamento e Saúde**. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2001. 314 f.
122. _____. **Esgotamento Sanitário - De alternativas Tecnológicas a Tecnologias Apropriadas - Uma Análise do Contexto Brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ/IPPUR, Rio de Janeiro, 1995. 154 f.
123. KUHN, S.T. **A estrutura das revoluções científicas**. 7. ed. São Paulo: Perspectiva. 2003. 257p.
124. KUPCHELLA, C.; HYLAND, M.C. **Environmental Science – living within the system of nature**. 3. ed. London: Prentice-Hall International Limited. 1993.

125. LEME, F.P. **A Pesquisa Tecnológica da Universidade na Engenharia Sanitária**. Rio de Janeiro: UERJ - Faculdade de Engenharia, DESMA, [s.d.], (mimeo). 13 p.
126. LESSA, C. **O Rio de todos os Brasis**. 1. ed. Rio de Janeiro: Record, 2000. 478 p.
127. LOBO, L. **Saneamento Básico: Em Busca da Universalidade**. Brasília: ed. do Autor, financiado pela Caixa Econômica Federal. 2003. 228 p.
128. LÖWY, M. **As Aventuras de Karl Marx contra o Barão de Münchhausen - Marxismo e Positivismo na Sociologia do Conhecimento**. 2 ed. São Paulo: Busca Vida, 1987. 209 p.
129. MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. dos. (Org.). **Reuso de Água**. 1. ed. São Paulo: USP, Faculdade de Saúde Pública - Núcleo de Informações em Saúde Ambiental, 2003. 579 p.
130. MARQUES, E.C. **Redes Sociais e Permeabilidade do Estado: Instituições e Atores Políticos na Produção da Infra-estrutura Urbana no Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Ciências Políticas) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1998. 257f.
131. _____. **Desigualdades sociais e infra-estrutura urbana: produção dos equipamentos de saneamento no Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, IPPUR, UFRJ. Rio de Janeiro, 1993. 120f.
132. MEDEIROS FILHO, C. F. **Esgotos Sanitários**. João Pessoa: UFPB, 1997. 435 p.
133. _____. **Evolução dos Sistemas de Esgotamento**. Disponível em: <<http://www.saneamento10.hpg.ig.com.br/Abertura.htm>>. Acesso: em 13 jan. 2003.
134. METCALF & EDDY, INC.: **Wastewater Engineering: Collection Treatment Disposal**. New York: Tata McGraw-Hill. 1972. 782 p.
135. MILET, R.T. **Sistemas de Esgotos**. Rio de Janeiro: UERJ - Faculdade de Engenharia, 1977. Apostila (mimeo). 107 p.
136. MIRANDA, M.C. **Saneamento, Um Capítulo na Independência**. Rio de Janeiro: Saneamento, 1972. n. 44, ano 26, p. 4-21.
137. _____. **Vamos Cuidar da Vida**, In: Saneamento. Rio de Janeiro, 1973. n. 46, ano 27, p. 8-34.
138. MORAES, L.R.S.; BORJA, P.C. **Política e Regulamentação do Saneamento da Bahia: Situação Atual e Necessidade de Arcabouço Jurídico-institucional**. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21., 2001, João Pessoa, PB. Anais... , João Pessoa: ABES, 2001. 19 p.
139. MORIN, E. **O Método 1: A Natureza da Natureza**. Porto Alegre: Sulina, 2002. 480 p.
140. MORIN, E. **Ciência com Consciência**. ed. revisada e ampliada. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1996. 336 p.
141. MOTA, S. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 187 p.
142. MOTTA, A.C.S. **Cresce a Rede de Esgotos Sanitários da Guanabara**. In: Revista de Engenharia do Estado da Guanabara, Órgão da Secretaria de Obras Públicas, n. 1, Estado da Guanabara: jan./mar. 1965. p. 41-58.

143. NASCIMENTO, N. de O. **Problemas de Inserção Ambiental de Bacias de Detenção em Meio Urbano**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20., 1999, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1999. 9 p.
144. NICOLESCU, B. **Que universidade para o amanhã? Em busca de uma evolução transdisciplinar da universidade**. In: Congresso Internacional de Locarno. Suíça: Projeto CIRET-UNESCO, 1997. 16 p. Disponível em: <http://www.cetrans.futuro.usp.br/documentos>. Acesso em: 13 mar. 2003.
145. NICOLESCU, B; *et. al.* **Educação e Transdisciplinaridade**. Brasília: UNESCO, 2000. 185 p.
146. NIEMCZYNOWICZ, J. **Urban hydrology and water management - present and future challenges - Water for sanitation**. In: Urban Water: 1999. p. 1-14.
147. NOVAIS, F.A.; MELLO e SOUZA, L. de. (Coord.). **História da Vida Privada no Brasil – Cotidiano e Vida Privada na América Portuguesa**. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. v. 1, 523 p.
148. NUVOLARI, A. (Coord.). **Esgoto Sanitário – Coleta, Transporte e Reuso Agrícola**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 520 p.
149. ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.
150. OLIVEIRA, R.M. de. **A distribuição desigual dos serviços de água e esgoto no município do Rio de Janeiro: o caso da região da Leopoldina**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - ENSP, Fiocruz, Rio de Janeiro, 1993. 125f.
151. ONU, Organização das Nações Unidas, 1992a. **A Carta da Terra**. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro.
152. ONU, Organização das Nações Unidas, 1992b. **Agenda 21**. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro.
153. OTTONI, ADACTO. B. **Tecnologia do Manejo Hídrico em Bacias Urbanas Visando sua Valorização Sanitária e Ambiental**. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - ENSP, Fiocruz, Rio de Janeiro, 1996. 173 f.
154. OTTONI, ARTHUR. B. **Ações Sanitárias e Ambientais em Bacias Hidrográficas ; Preceitos Básicos**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - ENSP, Fiocruz, Rio de Janeiro, 1996. 315 f.
155. OTTONI NETTO, T.B. (Coord.). **Síntese da Evolução da Cidade do Rio de Janeiro de acordo com a História**. Rio de Janeiro: UFRJ, Depto. de Hidráulica e Saneamento, 2000. 413 f.
156. PASSOS, C.E.L. **A Engenharia Social**. Rio de Janeiro: UERJ / Faculdade de Engenharia. setembro de 2002.
157. PACHÁ, S. de C. **O que é esgoto**. Rio de Janeiro. In: Revista Engenharia Sanitária. ABES, junho de 1966. v.5, n.1, p. 81-83.
158. PEIXOTO, E.C. **Aspectos Administrativos e Técnicos do Problema dos Esgotos Sanitários do Estado da Guanabara**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 1., 1960, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1960. 7 p.
159. PEREIRA, P.A.S. **Rios, Redes e Regiões**. 1. ed. Porto Alegre: Age. 2000. 348 p.
160. PIMENTEL, J.M.; DIAS, A.P. *et. al.* **Projeto de Adequação dos Sistemas Prediais de Esgotos do Hospital Universitário Pedro Ernesto – Relatório Final Consolidado**. Rio de Janeiro: UERJ - Faculdade de Engenharia/ DESMA, 2002.

161. PIMENTEL, J.M. **Sistemas de Esgotos - Rede de Esgotos Sanitários no Sistema Separador**. Rio de Janeiro, UERJ - Faculdade de Engenharia/DESMA, 1987. Apostila (mimeo). 71 p.
162. PACHECO NETO, E. **Ligações irregulares de esgotos devem ser tratadas como componentes das ações operacionais do saneamento e da saúde pública municipal**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21., 2001, João Pessoa, PB. Anais... João Pessoa: ABES, 2001. 8 p.
163. PCRJ. **Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental do Projeto de Solução Integrada de Reabilitação da Lagoa Rodrigo de Freitas, Canal do Jardim de Alá e Praias do Arpoador, Ipanema e Leblon**. Audiência Pública. Rio de Janeiro, março de 2003.
164. PCRJ, 2001a. Secretaria Municipal de Urbanismo. **Os dados mais recentes sobre a população de favelas na cidade do Rio de Janeiro..** 21 p. (Coleção Estudos da Cidade n.46). Disponível em: <<http://www.armazendados.rio.rj.gov.br/index.htm>>. Acesso em: 25 jan. 2003.
165. PCRJ, 2001b. Secretaria Municipal de Urbanismo. **Relatório de Desenvolvimento Humano do Rio de Janeiro Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: IPEA/PCRJ/PNUD, 21 p. Disponível em: <<http://www.armazendados.rio.rj.gov.br/index.htm>>. Acesso em: 28 jan. 2003. (Coleção Estudos da Cidade, n.9).
166. PCRJ, 2001c. Secretaria Municipal de Urbanismo. **Desenvolvimento Humano e Condições de Vida na Cidade do Rio de Janeiro e seus Bairros**. Rio de Janeiro: IPEA/PCRJ/PNUD, 26 p. Disponível em: <<http://www.armazendados.rio.rj.gov.br/index.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2003. (Coleção Estudos da Cidade, n.4).
167. PCRJ. *Memória da Destruição: Rio - Uma História que se perdeu (1889-1965)*. Exposição. Estação Carioca, agosto de 2002.
168. PCRJ, 2000. Secretaria Municipal de Urbanismo, Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. **Anuário Estatístico da Cidade do Rio de Janeiro - 1998/1999**.
169. PCRJ, 1999. **Plano Diretor de Drenagem da Cidade do Rio de Janeiro - Edital de Licitação CO-Nº 01/99 - Termo de Referência**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos / Fundação Rio-Águas.
170. PCRJ, 2000. **Plano Diretor - Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Imprinta, 38 p.
171. PCRJ, 1998a. **Programa de Monitoramento dos Ecossistemas Costeiros Urbanos do município do Rio de Janeiro**: Secretaria Municipal do Meio Ambiente. 47 f.
172. PCRJ, 1998b. **Guia das Unidades de Conservação Ambiental do Rio de Janeiro**. Secretaria Municipal do Meio Ambiente: IBAMA/DUMA. p. 49-52.
173. PCRJ, 1997. **Especificação para elaboração de projetos de esgotamento sanitário**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Habitação. 13 p.
174. PCRJ, **Lagoa Rodrigo de Freitas – Ações Propostas para Melhoria da Bacia**: Grupo de trabalho criado pelo decreto estadual nº. 13.539, de 23 de dezembro de 1994. 23 p.
175. PCRJ, 1993. **Bases da Política Habitacional da Cidade do Rio de Janeiro**: Secretaria Extraordinária de Habitação/GEAP.
176. PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Lei nº 13.276, de 04 de janeiro de 2002. Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por**

coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m². 1 p.

177. REVISTA BIO. **Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: ABES. Ano XI, n. 23, jul./set. 2002.
178. REVISTA DA DIRECTORIA DE ENGENHARIA. Rio de Janeiro: Prefeitura do Distrito Federal. Ano I, n.1, junho de 1932.
179. REVISTA DE ENGENHARIA DO ESTADO DA GUANABARA. Rio de Janeiro: Secretaria de Obras Públicas. v. 31, n. 1, jan./mar. de 1965.
180. REVISTA DE ENGENHARIA DO ESTADO DA GUANABARA. Rio de Janeiro: Secretaria de Obras Públicas. v. 30, n. 1/2, jan./jun. de 1963.
181. REVISTA DO CREA RJ. Rio de Janeiro: CREA-RJ. n. 41, fev./mar. de 2003.
182. REVISTA ENGENHARIA SANITÁRIA. **O custo do controle das enchentes atinge ao custo do mais oneroso controle de poluição**. Tradução de Engineering, news-record-march, 31, 1966. ABES, jun 1966. v.5, n.1.
183. REVISTA MUNICIPAL DE ENGENHARIA. Edição Especial 60 anos da RME 1932 - 1992. Rio de Janeiro: PCRJ, 1992.
184. REVISTA MUNICIPAL DE ENGENHARIA. Rio de Janeiro: PCRJ. n.1/4, jan./dez. 1990.
185. REVISTA MUNICIPAL DE ENGENHARIA. Rio de Janeiro: PCRJ. v.XL. março 1986.
186. REVISTA RIO-ÁGUAS. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos, Fundação Rio-Águas. ano II, n. 1, dez. 2002.
187. REVISTA SANEAMENTO. Revista Técnica e Informativa do DNOS. Rio de Janeiro, ano 30, v. 50, n. 02, abr./jun. 1976.
188. _____. Revista Técnica e Informativa do DNOS. *30 Anos Edição Especial*. Rio de Janeiro, ano 24, n. 38, abr./jun. 1970.
189. REVISTA SOCIEDADE DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Edição comemorativa dos 50 anos da SEAERJ, 1985. 64 p.
190. REZENDE, A. (Org.) **Curso de Filosofia**. 11 ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. 311 p.
191. REZENDE, S.C.; HELLER, L. **O saneamento no Brasil: Políticas e interfaces**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2002. 310 p.
192. RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Rios e Córregos - Preservar, Conservar e Renaturalizar**. 4. ed. In: Projeto Planágua SEMADS/GTZ de Cooperação Técnica, Brasil-Alemanha, 2002. 41 p.
193. RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Revitalização de Rios - Orientação Técnica**. In: Projeto Planágua SEMADS/GTZ de Cooperação Técnica, Brasil-Alemanha, 2001. 78 p.
194. RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses**. In: Projeto Planágua SEMADS/GTZ de Cooperação Técnica, Brasil-Alemanha, 2001. 73 p.
195. RIO DE JANEIRO (Estado). Lei estadual nº 3325 de 17 de dezembro de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Estadual de Educação Ambiental,**

cria o Programa Estadual de Educação Ambiental e completa a Lei Federal nº 9795/99 no âmbito do Estado do Rio de Janeiro

196. RIO DE JANEIRO (Estado). Lei estadual nº 3.239 de 02 de agosto de 1999. **Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências.**
197. RIO DE JANEIRO (Estado), 1998. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. **Programa de Despoluição da Baía de Guanabara – Qualidade de Água da Baía de Guanabara: 1990/1997.**
198. RIO DE JANEIRO (Estado), 1997. Secretaria de Estado de Obras e Serviços Públicos, SOSP. **Relatório dos empreendimentos - Programa de Despoluição da Baía de Guanabara.** 28 p.
199. RIO DE JANEIRO (Estado). Lei estadual nº 2.661 de 27 de dezembro de 1996. **Regulamenta o disposto no art. 274 da Constituição do Estado do Rio de Janeiro no que se refere à exigência de níveis mínimos de tratamento de esgotos sanitários, antes de seu lançamento em corpos d'água e dá outras providências.**
200. RIO DE JANEIRO (Estado). Constituição do Estado do Rio de Janeiro, promulgada em 5 de outubro de 1989. Imprensa Oficial do Estado do Rio de Janeiro.
201. RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto estadual nº 553 de 16 de janeiro de 1976. **Regulamento dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado do Rio de Janeiro.**
202. ROQUE, O.C.C. **Sistemas Alternativos de Tratamento de Esgotos Aplicáveis as Condições Brasileiras.** Tese (Doutorado em Saúde Pública) - ENSP, Fiocruz. Rio de Janeiro, 1997. 153 f.
203. ROMANO FILHO, D.; SARTINI P.; FERREIRA, M.M. **Gente Cuidando das Águas.** 1. ed. Belo Horizonte: Mazza, 2002. 208 p.
204. ROSSO, T.C. de A.; MARTINS, R.P.; DIAS, A.P. et al. **Gestão de Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas Costeiras: Estudo de Caso da Lagoa Rodrigo de Freitas.** In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 6., Maceió, AL., 2002. Anais... Maceió: ABRH, 2002. 19 p.
205. ROSSO, T.C. de A.; DIAS, A.P.; VARGAS, A.B. SEVERO, R.G. **História do Saneamento Ambiental da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.** In: Semana de Iniciação Científica da UERJ, 11., Rio de Janeiro, 2002. Resumos... Rio de Janeiro: EdUERJ, 2002. v.1, p. 312.
206. ROSSO, T.C.A. **Relatório de Viagem, Kalmar, Suécia.** Projeto SISTRACHO - Sistema de Tratamento de Chorume para Pequenos e Médios Municípios. Rio de Janeiro: UERJ/DESMA, 2001.
207. SAMPAIO, G.F. **Saneamento de uma Cidade – Apontamentos para projetar de acordo com os ensinamentos de Saturnino de Brito.** Rio de Janeiro: Oficina Gráfica do S.G.E., 1947. 338 p.
208. SANTOS, D.C. dos; SAUNITTI, R.M.; BUSATO, R. **O Recurso Água: Promovendo a Sustentabilidade do Manancial através do Uso de Bacias Sanitárias Economizadoras de Água.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21., João Pessoa, PB., 2001. Anais... João Pessoa: ABES, 2001. 4 p.
209. SAUTCHÚK, C.A. SOUZA, U.E.L.de; REZENDE NETO, O.S. **A Produtividade na Execução de Redes Coletoras de Esgotos Sanitários - Comparativo entre os**

- Sistemas “Tradicional e 100% Plástico”**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21., João Pessoa, PB., 2001. Anais... João Pessoa: ABES, 2001. 7 p.
210. SCHLEE, M.B. **Landscape change along the Carioca River, Rio de Janeiro, Brazil**. Master thesis in Landscape Architecture. State College: Pennsylvania State University. 2002. 212 p.
211. SCHULT, S.I.M.; MORAES, C.M. **Estratégia para Inserção da Temática Ambiental na Formação do Planejador Urbano**. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 30., Piracicaba, SP, 2002. Anais... Piracicaba: ABENGE, 2002.
212. SEAERJ. **Plano Diretor de Esgotamento Sanitário do Estado do Rio de Janeiro**. In: Semana do Engenheiro e do Arquiteto. Seminário. Rio de Janeiro, dezembro de 2002.
213. _____. **Evolução do Urbanismo no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, agosto de 2002.
214. SEVCENKO, N. (Coord.). **História da Vida Privada no Brasil – República: da Belle Époque à Era do Rádio** - NOVAIS, F.A. São Paulo: Companhia das Letras, 1998. v. 3, p.131-214.
215. SILVA, B.M. **Fundamentos doutrinários do projeto a ser desenvolvido conforme proposição da Comunidade para o sistema de esgotos da região da Barra e Jacarepaguá**. Rio de Janeiro: 1983. 11 p. Texto base à proposta das Associações de Moradores da Baixada de Jacarepaguá - Zonal Barra encaminhada a SEMA.
216. _____. **A Política Fiscal Face ao Problema dos Despejos Industriais**. Rio de Janeiro, 1976. 52 p. (edição revisada do trabalho apresentado no 4º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 1967)
217. _____. **A Natureza Holística da Poluição**. (Aula Inaugural da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado da Guanabara – UEG, 1974). Rio de Janeiro: ABES, In: Engenharia Sanitária, v.14:2, jul./set. 1975. p. 167-170.
218. _____. **O Problema da Lagoa Rodrigo de Freitas**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 8., 1973. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1973. 9 p.
219. SILVA, E.R. **Um Percorso pela História Através da Água: Passado, Presente, Futuro**. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária y Ambiental, 27., Porto Alegre, 2000. Anais... Porto Alegre: AIDIS, 2000. 29 p.
220. _____. **O Curso da Água na História: Simbologia, Moralidade e a Gestão de Recursos Hídricos**. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - ENSP, Fiocruz, Rio de Janeiro, 1998. 201 f.
221. SILVA, E.R.; SCHRAMM, F.R. **A Questão Ecológica: Entre a Ciência e a Ideologia/ Utopia de uma Época**. Rio de Janeiro: Caderno de Saúde Pública, v.13, n.33, jul./set. 1999. p. 355-382.
222. SILVA, F.N. (Org.). **Rio de Janeiro em seus quatrocentos anos - Formação de desenvolvimento da cidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Record, 1965. 460 p.
223. SILVA, J.R. **Os Esgotos do Rio de Janeiro - História do Sistema de Esgotos Sanitários da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Corbã, 2002. v. 1 e 2, 356 p. e 368 p.
224. _____. **Os Esgotos da Cidade do Rio de Janeiro - 1857/1947**. Rio de Janeiro: CEDAE, Sindicato Nacional dos Editores de Livros, 1988. 231 p.
225. _____. **Os Esgotos do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: SURSAN - DES, 1960. v. 1 e 2, 181 p. e 144 p.

226. SILVA, R.M. da. **A Luta pela Água**. Rio de Janeiro: CEDAE, 1988. 64 p.
227. SILVEIRA, A.L. da. **A História da Drenagem**. In: Revista RIO-ÁGUAS. Rio de Janeiro: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro -Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos, out./nov. de 1999. Ano I, n.1, p. 9-13.
228. SOBRINHO, P.A., TSUTIYA, M.T. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 1. ed. São Paulo: Depto de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. 548 p.
229. SOUSA, R.M. de; OLIVEIRA FILHO, J.M.de; SOARES, C.A.L. **Programa Caça-Esgoto nas Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19., Foz do Iguaçu, PR., 1997. Anais... Foz do Iguaçu: ABES, 1997. 8 p.
230. SOUZA, C.M.N.; MORAES, L.R.S. BERNARDES, R.S.; **Classificação Ambiental e Modelo Causal de Doenças Relacionadas à Drenagem Urbana**. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitária y Ambiental, 28., Cancún, México, 2002. Anais... Cancun: AIDIS, 2002. 8 p.
231. SURSAN, Superintendência de Urbanização e Saneamento – Secretaria de Obras Públicas do Estado da Guanabara. **Normas e Especificações para Elaboração de Projetos de Drenagem Pluvial**, 1972.
232. SURSAN, IES – Instituto de Engenharia Sanitária , Faculdade de Engenharia da UEG. **Curso de Engenheiros Civis 4 ° ano - Disciplina de Saneamento**. Apostila (mimeo). 1970.
233. TELLES, P.C.S. **História da Engenharia no Brasil – século XVI a XIX**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984. 650 p.
234. _____. **História da Engenharia no Brasil – século XX**. 3. ed. Rio de Janeiro: Clube de Engenharia / Claverd, 1993. 753 p.
235. TOBAR, F.; YALOUR, M.R. **Como fazer teses em saúde pública**. 1. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2001. 172 p.
236. TOURINHO, P.C. de A. **Viabilidade Econômico-Financeira para Implantação de Sistemas Unitários em Pequenas Localidades**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - ENSP, Fiocruz, Rio de Janeiro, 2001. 92 f.
237. UNESCO. **Carta de Transdisciplinaridade**. In: Congresso Mundial da Transdisciplinaridade. 1., Convento de Arrábida, Portugal, 1994. Anais... Convento de Arrabia: UNESCO/CIRET, 1994. Disponível em: <<http://www.cetrans.futuro.usp.br/cartadatransport.html>>. Acesso em: 17 mar. 2003.
238. _____. **Ciência e Tradição: Perspectivas Transdisciplinares para o século XXI**. Comunicado Final do Congresso organizado pela UITF. Paris, França 1991. Disponível em: <<http://www.cetrans.futuro.usp.br/cienciatradicao.html>>. Acesso em: 18 mar. 2003.
239. _____. **Declaração de Veneza. Comunicado final do colóquio: A Ciência Diante das Fronteiras do Conhecimento**. Veneza, Itália: UNESCO / Fundação Giorgio Cini. 1986. Disponível em:<<http://www.cetrans.futuro.usp.br/declaracaodevенеza.html>>. Acesso em: 12 mar. 2003.
240. VIANNA, M.S.R. **Salubridade Domiciliar: Uma discussão sobre saneamento básico nas favelas do município do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - ENSP, Fiocruz, Rio de Janeiro, 1991. 194 f

241. VIÉGAS, M.R. **As Enchentes do Rio de Janeiro**. In: Revista Municipal de Engenharia. Rio de Janeiro: PCRJ, jul./dez.1959. p. 87-97.
242. VIEIRA, S.J. **A Transdisciplinaridade como Metodologia de Gestão Ambiental – Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão – Sul de Santa Catarina**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 22., Joinville - SC, 2003. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2003. 31 p.
243. VON BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes. trad. 1973, 351 p.
244. VON SPERLING, E. **Água para saciar corpo e espírito: balneabilidade e outros usos nobres**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 22., Joinville - SC, 2003. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2003a. 4 p.
245. _____. **Qualidade da água em bacias de retenção urbanas: uma nova demanda para a engenharia sanitária** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 22., Joinville - SC, 2003. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2003b. 4 p.
246. VON SPERLING, M.; NASCIMENTO, L.V. DO. **A Resolução CONAMA20/86 e as Legislações Estaduais de Classificação das Águas e Lançamento de Efluentes**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20., Rio de Janeiro, 1999. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1999. 7 p.
247. VON SPERLING, M. **Controle da Poluição por Drenagem Pluvial**. In: Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 1, n.4, out./dez. 1996. p. 129-130.
248. ZALUAR, A.; ALVITO, M. (Orgs.) **Um Século de Favela**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1999. 372 p.
249. ZEE, D. (Coord.). **Baía de Guanabara: Dossiê Sócio-Ambiental**. Rio de Janeiro: Centro Internacional de Desenvolvimento Sustentável/Escola Brasileira de Administração Pública/Fundação Getúlio Vargas. 2000. 169 p.
250. ZORZAL, F.M.B. *et al.* **Epistemologia da Engenharia Ambiental**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20., Rio de Janeiro, 1999. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1999. 9 p.
251. _____. **Engenharia Ambiental na Cidade do Terceiro Mundo**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20., Rio de Janeiro, 1999. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1999. 9 p.

ANEXO

ANEXO - RIO CARIOCA: DA SUA HISTÓRIA, O QUE PRESERVAR?

Desprovida de planejamento urbano adequado às demandas sanitárias e ambientais, a metropolização da Cidade do Rio de Janeiro potencializou os impactos negativos nas suas bacias hidrográficas urbanas. Um exemplo singular dessa situação pode ser visto na Bacia Hidrográfica do Rio Carioca. Sua importância histórica para o crescimento da urbe é narrada por vários especialistas e reconhecida pela sociedade. Entretanto, este corpo hídrico encontra-se gravemente comprometido em seus aspectos ambientais.

Introdução

A historiografia do rio Carioca se confunde com a própria história do Rio de Janeiro, na trajetória de sua organização social e espacial e na relação antrópica com os ecossistemas localizados em sítios urbanos. Enquanto primeiro manancial superficial utilizado, foi palco de grandes lutas pelo aproveitamento de suas águas e pela conquista e domínio das terras a ele contíguas. A fim de viabilizar sua utilização para dessedentação, foi construída a maior obra de saneamento do período colonial - os Arcos da Lapa.

Compreender os esforços despendidos na solução dos problemas sanitários e ambientais deste corpo hídrico dentro de uma contextualização histórica é fundamental para que se complete a visão do problema da poluição urbana e suas origens. A relação entre natureza e sociedade é historicamente determinada pelo desenvolvimento econômico e social. É dentro dessa perspectiva que esse trabalho se apresenta. O conhecimento das diversas intervenções realizadas no rio Carioca, tanto de agressão ambiental quanto de tentativas de proteção e controle da poluição, certamente apresenta experiências importantes sobre os sistemas de saneamento no município e auxiliam no entendimento do atual estágio de degradação ambiental, subsidiando possíveis propostas de valorização ambiental da drenagem urbana que, viabilizadas, poderiam se tornar referência à mudança de paradigma das intervenções de saneamento na Cidade do Rio de Janeiro.

Caracterização do Rio Carioca

O rio Carioca, independente das dúvidas etimológicas que seu nome encerra, deu origem ao nome dos habitantes do Rio de Janeiro. É uma pequena sub-bacia contribuinte da

Baía de Guanabara com 7,9 km², extensão de 7,1 km e vazão total em tempo seco de 575 L/s (Schlee, 2001).

Nasce nas Paineiras, próximo à Estrada do Sumaré, na Serra da Carioca, pertencente ao Maciço da Tijuca (**Figuras 1a e 1b**, localização geral). Seu leito principal desce pelo interior das florestas, passando pelas vertentes do Cosme Velho, Laranjeiras e Catete. Na Estrada das Paineiras, próximo ao estacionamento do Corcovado, em ambiente bucólico, amplamente visitado por moradores e turistas, encontra-se a primeira represa de controle de vazão.



Figuras 1a e 1b. Localização geral do Maciço da Tijuca (www.rio.rj.gov.br).

Na rua Almirante Alexandrino - outrora rua do Aqueduto - no Morro do Inglês, estão o Reservatório da Ladeira do Ascurra e a caixa de derivação, datados de 1868 e 1744, respectivamente (**Figuras 2a e 2b**) e de onde as águas eram conduzidas para o Aqueduto da Carioca a fim de abastecer a cidade. Seculares, estas estruturas encontram-se atualmente em estado precário de conservação. O reservatório encontra-se escondido por matagal.



(b) Reservatório da Ladeira do Ascurra
(Revista de Engenharia, jan.-mar., 1965).



(a) Caixa de derivação
(Foto: Dias, A.P. fev. 2002).

Figuras 2. Reservatório da Ladeira do Ascurra e caixa de derivação do aqueduto.

Nos limites do Parque Nacional da Floresta da Tijuca, o Carioca ainda conserva parte significativa das suas características geomorfológicas originais. Este rio passa ao lado da rua Conselheiro Lampréia dos Guararapes e desce pela ladeira da rua Cosme Velho. Nesse trecho a qualidade de suas águas já se encontra totalmente comprometida. Passa em galeria sob a saída do túnel Rebouças para em seguida ressurgir para ser contemplado nas proximidades do Largo do Boticário - Área de Proteção do Ambiente Cultural do Cosme Velho. As **Figuras 3a** e **3b**, a seguir, apresentam detalhes deste patrimônio histórico-paisagístico.



(a) Acesso ao Largo do Boticário.



(b) Bica d'água no centro do largo.

Figura 3. Aspecto do Largo do Boticário (Fotos: Dias, A.P. fev. 2002).

Logo abaixo, na Praça do Cosme Velho, o rio desaparece sob o pavimento transformando-se em uma grande galeria de drenagem que prossegue pelo trajeto aproximado paralelo às ruas: Cosme Velho, das Laranjeiras, Conde de Baependi e Barão do Flamengo, seguindo até o Parque do Flamengo e a praia.

Em tempos remotos, o Carioca possuía uma ramificação intermitente, aproximadamente paralela à rua do Catete, denominado rio Catete. Desembocava próximo à outrora praia do Russel, no antigo Saco da Glória, onde, após aterros, localiza-se atualmente a rua do Russel. Na confluência do Carioca e o Catete, em época de chuva formava-se uma lagoa cujo aterramento deu origem ao Largo do Machado. O braço principal, que naturalmente tinha sua foz na Baía de Guanabara, foi posteriormente capturado por uma galeria de cintura construída na praia do Flamengo, desviando novamente sua foz para um enrocamento artificial, localizado ao lado do restaurante Porção Rio, na praia do Flamengo.

A **Figura 4** traz a delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Carioca e a **Figura 5 (de a a I)**, nas páginas subseqüentes, registram através de relatório fotográfico (Dias & Rosso, 2003), os diversos aspectos do leito principal do rio Carioca. Ambas encontram-se ao final deste anexo.

Importância do Rio Carioca para a Cidade do Rio de Janeiro

Desde tempos imemoriais, o rio Carioca era utilizado e venerado pelos verdadeiros donos desta terra, os índios. Antes mesmo do nascimento da cidade, este rio era fonte de água potável para as embarcações que passavam próximas à sua foz, lugar que ficou conhecido como Praia da Aguada dos Marinheiros, hoje aterro contíguo à Praia do Flamengo. Suas águas abasteceram índios, franceses, flamengos, portugueses e brasileiros provenientes de outras capitânias, se tornando uma área estratégica, palco de sangrentas disputas.

Em 1º de março de 1565, o capitão-mor Estácio de Sá fundou a Cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, no istmo situado entre os morros Cara de Cão e Pão de Açúcar, localizado estrategicamente na entrada da Baía de Guanabara. A primeira providência tomada foi mandar escavar ali mesmo no sopé do Morro Cara de Cão, um poço para abastecimento de água, que logo se mostrou insuficiente. Ainda do sítio que ficou conhecido como Vila Velha, saíam embarcações portuguesas que iam em busca das águas límpidas do Carioca.

Dois anos depois, devido à área ser imprópria para expansão e mediante a vitória sobre os franceses em batalha travada próximo ao rio Carioca, houve a transferência do núcleo primitivo de colonização para o morro do Castelo, e a partir daí sua expansão para as várzeas, ficando alguns poucos remanescente na antiga vila.

O morro do Castelo era desprovido de nascentes e em seus arredores as águas salobras eram inadequadas para dessedentação. Assim, construiu-se uma ladeira em direção ao rio Carioca, por ser este a fonte mais próxima e acessível para o abastecimento de água, sendo utilizado como manancial por longo período, tanto na foz como em diversos pontos mais a montante.

A **Figura 6**, apresentada na página seguinte, representa os primeiros traçados realizados pelos colonizadores. Na descida da vertente sul do morro do Castelo formava-se um estreito caminho entre as lagoas de Santo Antônio e Boqueirão, chamado de Caminho do Desterro (atual rua Evaristo da Veiga). O seu prolongamento à esquerda servia aos que iam em demanda das distantes águas do rio Carioca, dando origem aos traçados das futuras ruas da Lapa, Glória e do Catete, primeiro eixo longitudinal a cortar o vale em direção a região sul (Coaracy, 1965). Contornando a outra face do morro de Santo Antônio, surgiu o caminho que viria a ser a estrada Mata-Cavalos, que continuava pela Mata-Porcos, origem das atuais ruas do Riachuelo e Frei Caneca, respectivamente.

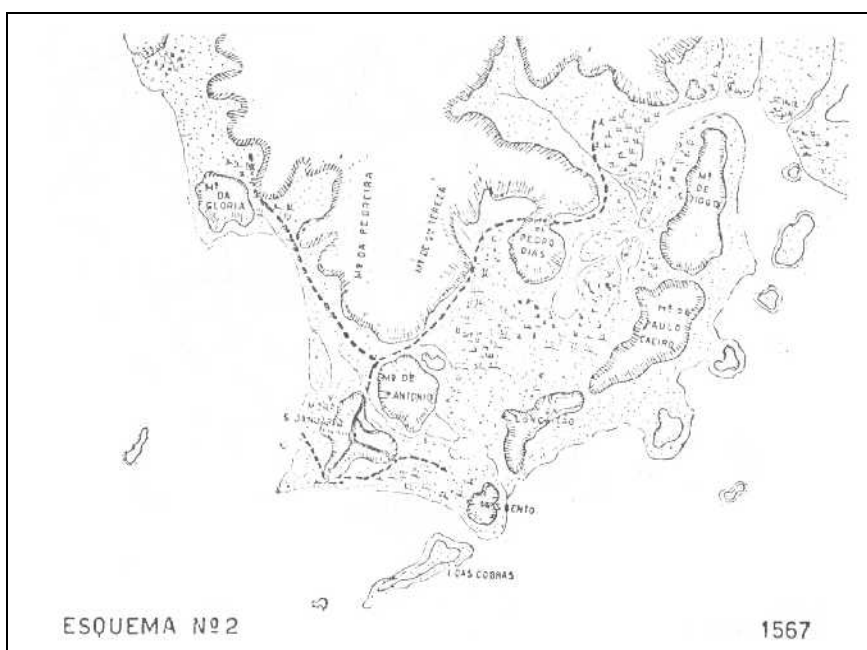


Figura 6. Primeiros caminhos na época da fundação da cidade (Revista Municipal de Engenharia, jan.março 1986).

Como fonte de abastecimento, as águas do rio Carioca eram utilizadas diretamente para o consumo dos senhores de escravos, indígenas e posteriormente pelos negros, ou vendidas aos habitantes que não dispunham de escravos próprios. Surgiu assim a figura dos *aguadeiros* (**Figura 7**), o que pode ser considerado o “primeiro serviço de água da cidade”.

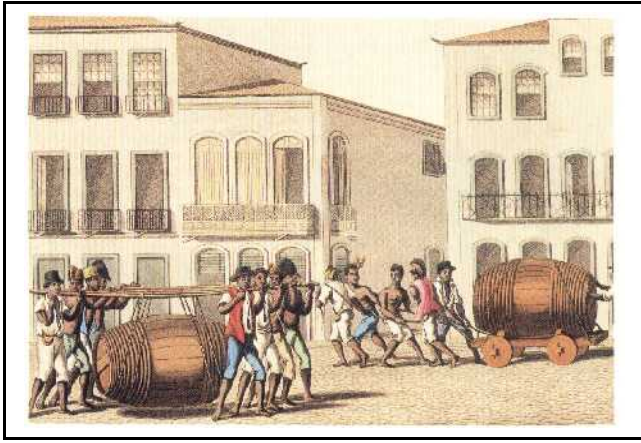


Figura 7. Pretos de ganho, Chamberlain, 1820. (Biblioteca Nacional, Divisão de Iconografia).

Os pontos de abastecimento de água foram subindo o curso do rio em consequência do avanço do processo de ocupação e poluição e, como esta era uma tarefa longa, dispendiosa e perigosa, aumentava a pressão dos moradores. Sucessivas reclamações pediam uma solução definitiva para o problema do abastecimento da cidade.

Cresce sua importância enquanto manancial com a construção do Aqueduto dos Arcos da Lapa, que permitiu o encaminhamento das águas até o Largo de Santo Antônio (atual Largo da Carioca), onde foi instalado o primeiro chafariz da cidade, vindo de Portugal, conforme representado na **Figura 8**, a seguir.

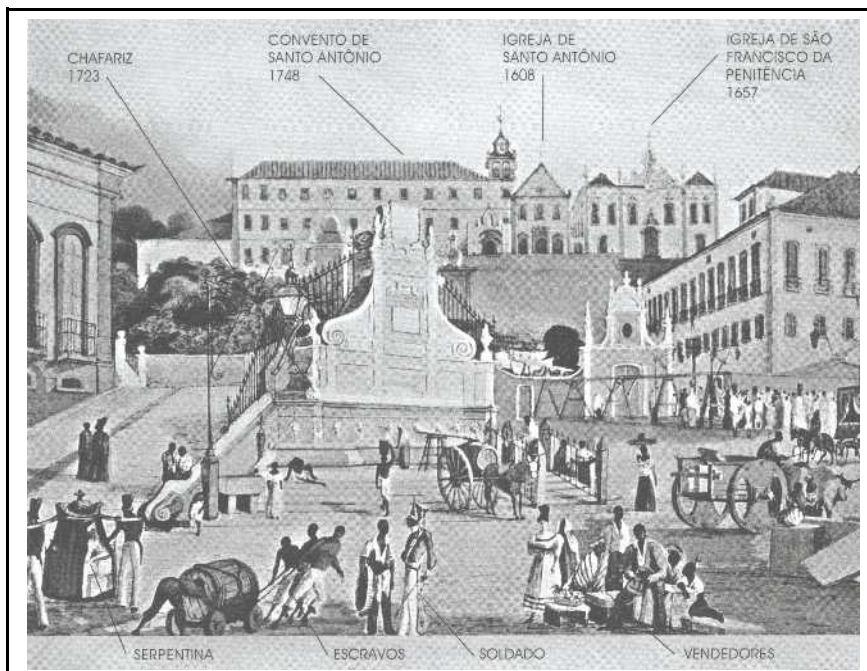


Figura 8. Chafariz do Largo de Santo Antônio (W. Smith, 1833)

Inicia-se nesse período, a *Época dos Chafarizes*, que juntamente com as bicas, poços e cisternas, constitui-se no primeiro sistema oficial de abastecimento de água no Brasil, embrião

das obras públicas de saneamento na cidade e que permaneceu praticamente por todo o século XIX.

Ao longo de sua trajetória, este curso d'água abriga diversos testemunhos que registram marcos históricos da evolução técnica da engenharia e dos sistemas de abastecimento de água da cidade, em uma paisagem marcada pela diversidade social, cultural e biológica.

Arcos da Lapa

Verdadeiro ícone da atuação da engenharia nacional, cartão postal da cidade, os Arcos da Lapa são reconhecidos internacionalmente como um dos principais monumentos históricos do país. Todavia, este empreendimento foi marcado por uma sucessão de percalços que consumiram mais de um século para a conclusão.

Devido à constante pressão dos habitantes, já em 23 de dezembro de 1617, o Governador Geral criava um imposto sobre os vinhos a fim de financiar as obras do futuro aqueduto. Em 1623, a Câmara do Rio de Janeiro contrata os serviços para execução das obras, que sofreram, por diversos motivos, sucessivas interrupções. As obras reiniciaram-se intensamente em 1719, no governo de Aires Saldanha, estando concluídas em 1723 com a inauguração do Chafariz da Carioca e suas dezesseis torneiras de bronze (Silva, 1988).

O Aqueduto do Carioca possuía 6,6 km, recolhendo as águas das diversas nascentes que compunham a bacia do rio Carioca. O trecho pela encosta das montanhas possuía paredes laterais com arcadas em alvenaria de até 1,8 m de altura e 2,0 m de largura. Próximo ao final do aqueduto foram construídos os arcos, conhecidos como Arcos Velhos da Carioca, a fim de vencer o vale localizado entre as faldas do morro do Desterro (Santa Tereza), ao pé do Convento das Carmelitas até o morro de Santo Antônio, ainda existindo atualmente uma pequena nesga, testemunho do desmonte do morro. As ruas Almirante Alexandrino e Joaquim Murtinho nasceram em consequência do traçado da antiga canalização, caminho conhecido na época como rua do Aqueduto. Para estas obras também foram usadas manilhas de barro produzidas na Bahia, porém executadas de forma precária.

A **Figura 9**, apresentada abaixo, traz o traçado sinuoso da rua Joaquim Murtinho, próximo ao início dos Arcos da Lapa, por onde passava o aqueduto.



Figura 9. Trecho final da rua Joaquim Murтинho próximo aos arcos (Fotos: Dias, A.P. fev. 2002).

A concepção inicial definia a construção do aqueduto ao longo do Morro do Desterro, em seu pequeno prolongamento denominado Morro das Mangueiras, e margeava o Caminho do Desterro (Rua Evaristo da Veiga) até o Campo da Ajuda (Praça Marechal Floriano). O Morro das Mangueiras, que chegava próximo ao local onde atualmente é o Largo da Lapa, foi em 1779 o primeiro morro do Rio de Janeiro a ser arrasado objetivando aterrar-se uma parte remanescente da Lagoa do Boqueirão. No governo de Aires de Saldanha (1719-1725), após uma avaliação do plano primitivo, o traçado do aqueduto sofreu modificações, dentre elas a inflexão do traçado para seu novo destino final, o Largo de Santo Antônio.

As condições estruturais dos chamados Arcos Velhos, devido a descuidos na sua construção e conservação, tornaram-se precárias, com indícios evidentes de ruína. Fez-se necessária no governo de Gomes Freire de Andrade (1733-1763), sua substituição por novos arcos (1744-1750), de traçado retilíneo, solidamente construídos pela mão de obra escrava, em alvenaria de pedras brasileiras (contrariando a lei que impunha a importação de materiais de construção), com rejuntamento de argamassa de cal hidratada e terra misturada a óleo de baleia, cuja resistência ficou comprovada através dos séculos. Sobre o topo dos arcos foram instaladas canaletas, segmentos de pedra esculpida, pré-fabricadas em pedra natural trazidas de Portugal. Ainda sob determinação do governador, o aqueduto foi coberto com abóbadas de tijolos a fim de evitar sangrias, sujeiras e a incidência de sol (Corrêa, 1939). Com o passar dos tempos o aqueduto foi sendo substituído por encanamentos de ferro fundido, sendo raros os vestígios que dele perduram. Existiam ao longo do seu trajeto diversos reservatórios para regularização de vazão.

Na **Figura 10**, abaixo, é apresentada a considerada mais antiga ilustração dos Arcos da Lapa, reprodução dos painéis de Leandro Joaquim, do final do século XVIII, ainda com a Lagoa do Boqueirão à sua frente, que depois de sucessivos aterros deu lugar ao Jardim do Passeio Público (1779-1783), primeira obra urbanística de embelezamento da cidade.



Figura 10. Lagoa do Boqueirão e o Aqueduto de Santa Tereza Óleo de Leandro Joaquim (Coaracy, 1965).

Os Arcos da Lapa são uma ponte canal em estilo romano, com 270m de comprimento e altura máxima de 17,6m, constituídos por dupla arcada de quarenta e dois arcos. Perdura firme até os dias de hoje, sendo, a partir de 1896, utilizados como viaduto para os remanescentes bondes elétricos de Santa Tereza.

Nas **Figuras 11a e 11b**, apresentadas abaixo, podem ser observadas vistas do Arcos da Lapa em dois momentos distintos de urbanização do município.



(a) Arcos e arredores a cerca de 1890.

(b) Arcos da Lapa na atualidade.

Figura 11. Aspectos dos Arcos da Lapa. Litografia de Victor Frond (Telles,1984); (b) (www.rio.rj.gov.br).

As **Figuras 12a e 12b**, abaixo, apresentam detalhes do leito do viaduto férreo, situado ao topo da estrutura dos arcos com o Bondinho de Santa Teresa.

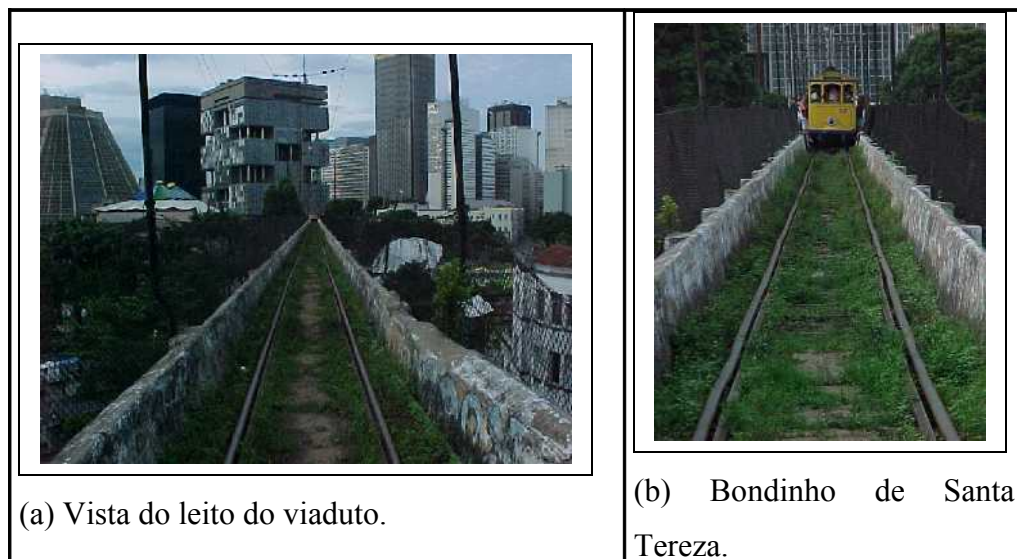
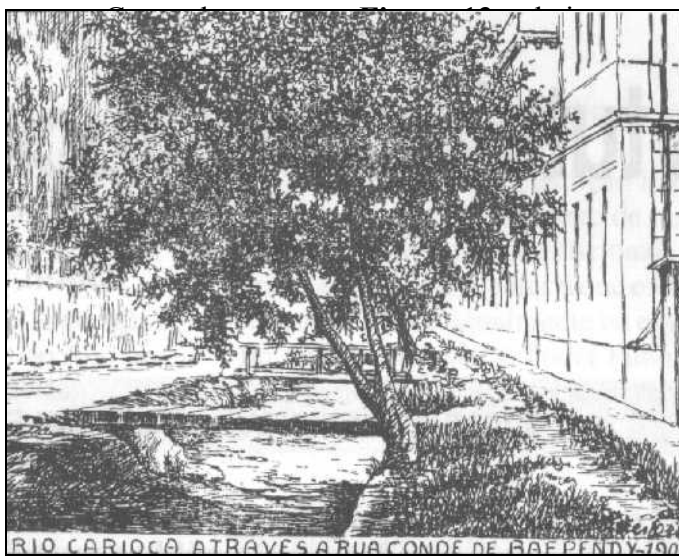


Figura 12. Vista de cima dos arcos adaptado para a passagem do bondinho de Santa Teresa (Fotos: Dias, A.P. fev. 2002).

Agonia de um Rio

Ao passar dos tempos persistem ao longo do rio diversas estruturas hidráulicas de valor histórico-cultural e beleza inestimáveis. Verdadeiro marco memorial do nascimento da cidade, outrora fonte de água potável, com abundância de peixes, navegável em determinados trechos, infelizmente nos dias de hoje é testemunha do processo de degradação ambiental pelo qual passaram as coleções hídricas da cidade. A mudança de trajetória do leito natural e a canalização de grande parte de sua extensão descaracterizaram sua configuração original. De jusante para montante, o rio foi desaparecendo gradualmente.



possível reconhecê-lo, mesmo canalizado, Posteriormente, Pereira Passos, em 1905, o Carioca em galeria subterrânea, desde cário (Roxo & Ferreira. In: Silva, 1965).

Figura 13. Aspectos do rio Carioca em canal (Revista FEEMA, maio/junho 1995).

Análises de dados bioquímicos feitas por Schlee (2002), no período entre 1991 e 2001, indicaram um progressivo declínio da qualidade da água do rio ao longo da última década. O aporte de esgotos doméstico e industrial, através de ligações irregulares e extravasores, além do lançamento de resíduos sólidos, transformaram as antigas águas cristalinas em um valão de águas residuárias. Mesmo o trecho entre Silvestre e Paineiras possui piscinas e cascatas naturais em estado de degradação. O atual aspecto de degradação pode ser verificado na **Figura 14**, a seguir:

Figura 14. Poluição do rio Carioca. (Foto: Dias. A.P., fev. 2002).

O rio Carioca encontra-se como a maior parte dos pequenos e poucos rios existentes do Rio de Janeiro: agonizante ou sepultado sob os seus pavimentos. Com o crescimento populacional e a conseqüente expansão das áreas ocupadas, novos mananciais foram explorados e posteriormente abandonados na exclusiva função menos nobre de escoamento dos esgotos sanitários e transporte de resíduos sólidos.

Iniciativas de Recuperação

Face ao seu papel vital para o abastecimento da cidade, várias ações foram realizadas na tentativa de se preservar o rio Carioca. Segundo Abreu (1992), houve tentativas de proteção através de atos legais desde o início do século XVII (1611 e 1638).

Em 1817, determinou-se o cercamento de todos os terrenos do alto da serra que estavam ao redor das nascentes do Carioca e ao longo do aqueduto até Santa Tereza, com o espaço de três braças de terreno de cada lado do aqueduto (Corrêa, 1939). O aumento progressivo da necessidade de abastecimento devido ao crescimento da população carioca, fez com que uma série de medidas fossem tomadas pelas autoridades locais. A crise no

abastecimento teve como consequência o reflorestamento da Floresta da Tijuca que tinha sido quase totalmente dizimada pela monocultura de café. Segundo Abreu (1992), em 1843 o governo imperial constituiu um grupo de trabalho para estudar as causas da grave falta d'água pela qual passava a cidade, que propunha:

que se providencie, quanto antes, sobre a conservação das matas, tanto das Paineiras, como da Tijuca, em toda a extensão das cabeceiras e vertentes dos rios Carioca e Maracanã; proibindo-se eficazmente a continuação das derrubadas naqueles lugares, e desapropriando-se, se necessário for, os terrenos que tenham sido dados sem cláusulas.

Em 1846, foi realizado o primeiro levantamento hidrostático do maciço da Tijuca, que indicava todos os aquedutos, encanamentos, fontes, chafarizes, córregos, rios, minas e mananciais ali existentes, apontando a quantidade de água fornecida e aproveitada, incluindo informações sobre seu peso específico.

Dentre as medidas adotadas para a proteção do manancial destacam-se: controle, fiscalização das nascentes e ao longo das linhas de abastecimento, desapropriações das fazendas de café e implantação de um programa audacioso e pioneiro de reflorestamento para proteger os mananciais e as encostas do maciço (Abreu, 1992).

Com nova escassez, em 1860 o governo propôs a elaboração de um plano geral de abastecimento d'água nomeando uma comissão especial. Duas soluções foram apresentadas: a primeira delas se baseava na utilização das águas das encostas da serra do Tinguá, na serra do Mar, além das fronteiras do Município Neutro; a segunda, vencedora, propunha a continuidade na utilização dos mananciais do Maciço da Tijuca, argumentando que seus rios ainda poderiam suprir as necessidades da cidade, bastando que para isso, fossem preservados, além de oferecer solução para o problema das inundações (Abreu, 1992).

Esta decisão de engenharia ambiental possibilitou o renascimento da floresta já no início da década de 1870. Mesmo não se tornando solução definitiva frente ao aumento na demanda de água, possibilitou a recuperação do que hoje é a maior floresta urbana do mundo (**Figura 15**), com seus 3.300 ha, trazendo inúmeros impactos ambientais positivos para a cidade e dando origem ao primeiro parque nacional brasileiro.



Figura 15. Vista aérea do Maciço da Tijuca.

A promulgação pelo governo municipal de leis ambientais, a partir de 1985, com a criação de Unidades de Conservação Ambiental (UCA) favoreceu o processo de proteção das florestas e do rio. Em 1986, teve início um programa municipal de reflorestamento. A proteção dos bairros do Cosme Velho e parte de Laranjeiras foi declarada através de decreto municipal de 1987, que visava preservar o patrimônio edificado e a ambiência da área. Em 1991, os objetivos foram ampliados, através de lei municipal que estabeleceu Área de Proteção Ambiental do Cosme Velho e Laranjeiras. No mesmo ano, a Fundação Parques e Jardins deu início ao reflorestamento das encostas do Cosme Velho (PCRJ, 1998b). A partir dos anos 90 houve a participação comunitária nos esforços de reflorestamento no vale do rio Carioca (Schlee, 2002).

O Projeto Mutirão de Revitalização do rio Carioca, coordenado por agentes do programa Vida Nova, compreende ações de educação ambiental junto a alunos da rede municipal de ensino, com coleta de lixo no leito do rio, plantio de mudas de árvores, etc.

Outras iniciativas se deram, como em 1992, quando, em atendimento ao *Projeto Ambiente Rio*, foram eliminadas 155 ligações clandestinas de esgotos do rio Carioca como uma das medidas para despoluir as praias da Zona Sul (Silva, 2002). Não obstante, a falta de controle permitiu a posterior expansão de diversas ligações irregulares.

O rio possui rede coletora concebida em sistema *separador absoluto*, que segue sua trajetória lançando os esgotos coletados da bacia no Interceptor Oceânico da Zona Sul, às margens da Baía de Guanabara. Porém, durante as chuvas a capacidade deste interceptor fica comprometida e o excesso de esgoto sanitário é desviado para a rede de drenagem e, conseqüentemente, para o Carioca.

Na tentativa de melhorar as condições de balneabilidade da praia do Flamengo foi construída pela prefeitura, em 1992, uma galeria de cintura (parte subterrânea e outra em canal aberto) desviando o curso final do rio, visando afastar as águas poluídas e as contribuições de drenagem pluvial que também poluíam ao desembocar ao longo da extensão da praia. Através da galeria, as águas poluídas são concentradas e direcionadas para o atual desemboque localizado ao lado do restaurante Porcão Rio. Posteriormente, foi inaugurada nesta galeria, em setembro de 2002, a Estação de Despoluição do rio Carioca, cujo tratamento das águas, somente no desemboque, não se traduz em melhorias para o curso d'água e não agrega benefícios diretos para os habitantes que ocupam áreas contíguas. A concepção e os aspectos destas intervenções foram abordados no subitem # 6.3.3.

Considerações Finais

É inegável a importância do rio Carioca para a população do Rio de Janeiro. A poluição de suas águas foi por muito tempo negligenciada com ações insuficientes frente ao contínuo processo de degradação ambiental. Um conjunto de intervenções foram realizadas ao longo do tempo e de seu percurso. Não obstante, foram marcadas pela descontinuidade e pelo não envolvimento dos diversos atores que se relacionam com esta bacia hidrográfica. Este cenário é motivado pela não compreensão e valorização do rio enquanto ecossistema e pela secundarização de suas relações ecológicas e dos diversos benefícios que poderia trazer à qualidade de vida da população local, além de outros, provenientes do turismo.

As causas da poluição do rio persistem relacionadas principalmente aos sistemas de esgotamento sanitário, pluvial, gestão de resíduos sólidos, desmatamento, uso e ocupação irregular do solo.

A revitalização de rios é sem nenhuma dúvida a melhor forma de se preservar a qualidade ambiental de qualquer corpo d'água. Mesmo não sendo possível retornar às condições naturais, a implantação de um *Plano de Manejo do Rio Carioca* que o encarasse como um ecossistema que mantém relações de interdependência com os sistemas artificiais (dentre eles os sistemas de saneamento) e a população, poderia mudar o curso de sua história.

O fato de ser um rio genuinamente carioca, de pequenas dimensões, situado em área nobre, com habitantes de diversas classes sociais, de alto valor histórico e paisagístico, viabiliza a implantação de um programa de ações sistêmicas e sustentáveis, de impactos ambientais positivos diversos e sinérgicos. Devem estar relacionadas à melhoria contínua dos sistemas de saneamento, à educação ambiental e à participação da comunidade, através de um planejamento ambiental urbano que analise os conflitos ambientais em suas diversas dimensões: afetiva, cultural, conceitual e estratégica, de forma a permitir suas superações e

promover interações mais dinâmicas e equilibradas. Um conjunto de estudos já realizados nesta área poderia servir de importante subsídio. Somente com uma mudança na abordagem dos valores e dos objetivos de cunho ecológico será possível reincorporar coleções hídricas ao ambiente urbano e estabelecer uma convivência mais harmoniosa entre os homens e o meio ambiente.

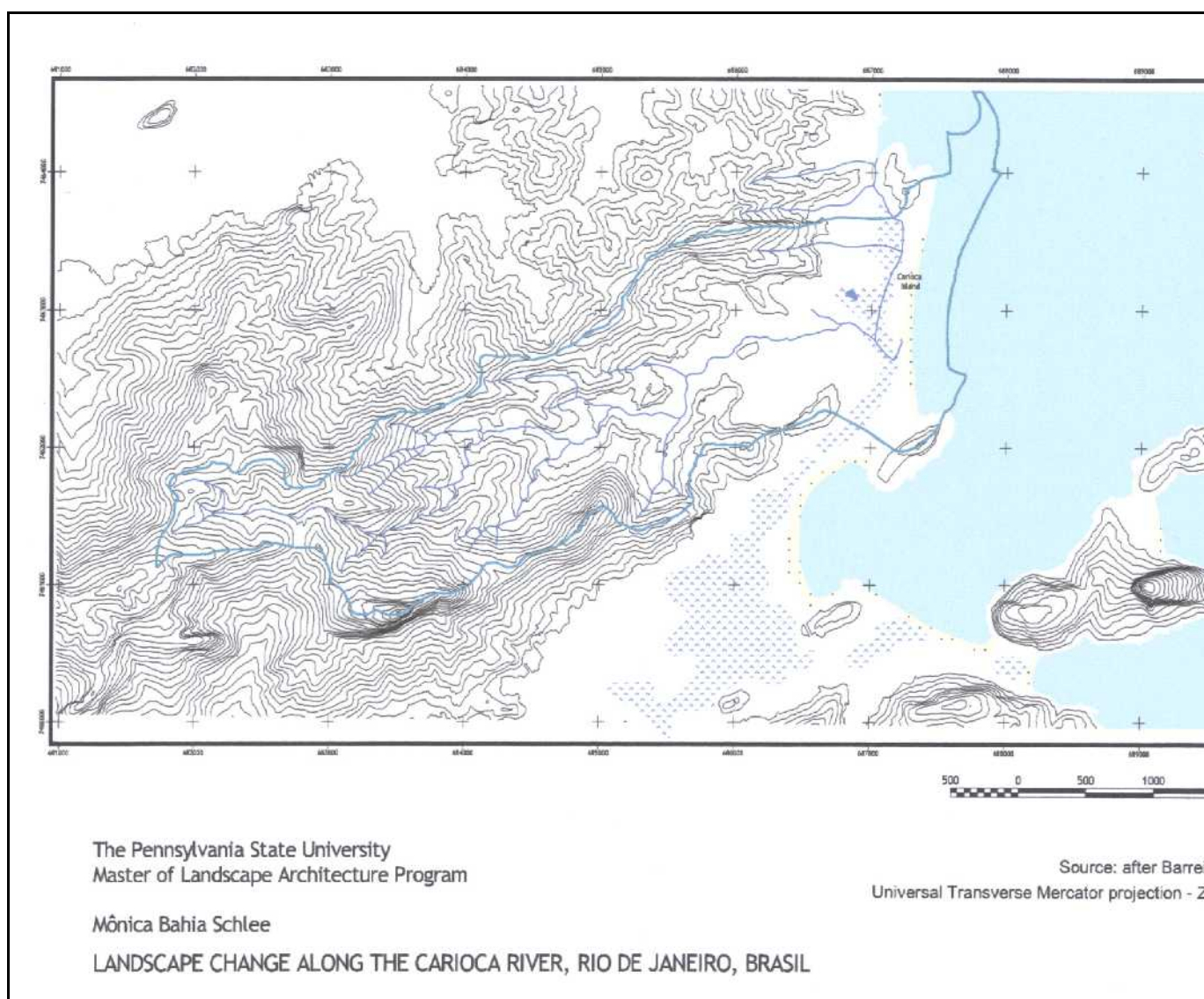


Figura 4. Bacia Hidrográfica do Rio Carioca (Schlee, 2002).



(a) Características naturais próximas a



(b) Primeira represa de controle de vazão.



(c) Trecho na Comunidade dos Guararapes.



(d) Trecho ao longo da rua Cosme Velho.



(e) Trecho a montante do Largo do



(f) Trecho na altura do Largo do Boticário.

Figura 5. Relatório fotográfico do rio Carioca (Fotos: Dias, A.P. fev. 2002).



(g) Trecho a jusante do Largo do Boticário.



(h) Passagem para revestimento em concreto.



(i) Início em galeria na Praça do Cosme



(j) Estação de despoluição na galeria de



(k) Trecho final da galeria de cintura.



(l) Desembocadura na praia do Flamengo.

Figura 5. Relatório fotográfico do rio Carioca (Fotos: Dias, A.P. fev. 2002).