



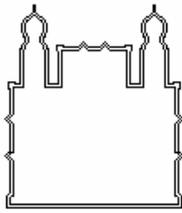
Vicente Antonio de Senna Junior

“Saneamento e Saúde: Malha Hidrográfica da Leopoldina e o
Impacto das Doenças de Veiculação Hídrica no Município do
Rio de Janeiro”

Dissertação apresentada à Escola Nacional
de Saúde Pública Sérgio Arouca para
obtenção do grau de Mestre em Ciências na
área de Saúde Pública.

RIO DE JANEIRO

2005



Ministério da Saúde
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca

Vicente Antonio de Senna Junior

“Saneamento e Saúde: Malha hidrográfica da Leopoldina e o
Impacto das Doenças de Veiculação Hídrica no Município do
Rio de Janeiro”

Dissertação apresentada à Escola Nacional
de Saúde Pública Sérgio Arouca para
obtenção do grau de Mestre em Ciências na
área de Saúde Pública.

Sub-Área: Saneamento Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Aldo Pacheco Ferreira

RIO DE JANEIRO

Março de 2005

FICHA CATALOGRÁFICA

Junior, Vicente Antonio de Senna

Saneamento e Saúde: Malha Hidrográfica da Leopoldina e Impacto das Doenças de Veiculação Hídrica no Município do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro, 2005

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

Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental

1. Saneamento 2. Microbiologia Sanitária 3. Doenças de Veiculação Hídrica 4. Políticas Públicas 5. Gestão Ambiental 6. Leopoldina

Dedico,

À minha esposa Adriana e aos meus pais.

Agradeço,

Ao Prof. Dr. Aldo Pacheco Ferreira que, como orientador, sempre esteve presente, apoiando e estimulando a realização deste trabalho.

Ao Professor Ronald Bastos Freire (IB/UFRRJ), ao Professor Dr. Odir Clécio da Cruz Roque (ENSP/FIOCRUZ), a Professora Dra. Cynara de Lourdes Nóbrega da Cunha (ENSP/FIOCRUZ), ao Professor Dr. Walmir Laurentino da Silva (ENSP/FIOCRUZ), Professor Dr. Antônio Nascimento Duarte (ENSP/FIOCRUZ) e ao Professor Dr. Bernardo Elias Correa Soares (NUBIO/FIOCRUZ), pelas discussões durante a realização desta dissertação.

Ao Laboratório de Microbiologia Ambiental do Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca.

Ao Laboratório de físico-química do Instituto de Química da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pelas análises físico-químicas.

À Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente (FEEMA) pela realização das análises físico-químicas e microbiológicas.

À Companhia Estadual de Água e Esgoto (CEDAE), por ter disponibilizado dados que muito ajudaram na formação desta dissertação.

Aos amigos Renato Marçulo Borges, Margarida Maria Sartori Tavares e Priscila Berg, pelo carinho.

Em especial à Clementina dos Santos Feltmann (Tininha), Cristiane Souza de Melo (Cris), que sempre estiveram disponíveis para ajudar no que fosse preciso.

Enfim, a todos que contribuíram na concepção e conclusão deste estudo.

Sumário

Lista de figuras	8
Lista de tabelas	9
Lista de gráficos	10
Lista de quadros	11
Resumo	13
Abstract	14
Introdução	15
Apresentação	15
Justificativa para a escolha do tema	18
Formulação da situação-problema	19
Caracterização das micro-bacias	23
Relevância do estudo	26
1 Objetivos de estudo	27
1.1 Objetivo Geral	27
1.2 Objetivos Específicos	27
2 Referencial teórico	28
2.1 Pressupostos teóricos	28
3 Parâmetros ambientais	42
3.1 Significado ambiental dos parâmetros	42
3.1.1 Parâmetros físico-químicos	42
3.1.2 Parâmetros microbiológicos	48
3.2 Dados descritivos da região de estudo	49
4 Metodologia	60
4.1 Modelo de estudo	60
4.2 Métodos de pesquisa	60
4.3 Coleta e análise de dados	61
4.4 Análise dos aspectos éticos da pesquisa	61
5 Resultados e discussão	62
5.1 Apresentação dos resultados	62
5.1.1 Parâmetros microbiológicos.	62
5.1.2 Parâmetros físico-químicos	65

5.2	Dados da saúde na população da área em estudo	78
5.3	Discussão	83
6	Conclusão	87
7	Recomendações e propostas de ações	89
	Referências Bibliográficas	90
	Anexo I	95
	Anexo II	99

Lista de figuras

01	Esquema conceitual dos efeitos diretos e indiretos do abastecimento de água e do esgotamento sanitário sobre a saúde	16
02	Localização da região da Leopoldina, no Município do Rio de Janeiro	19
03	Bairros que compõem a região da Leopoldina	20
04	Dados demográficos da região da Leopoldina entre 1991 e 2000	21
05	Micro-bacias da região da Leopoldina presentes na Baía de Guanabara	23
06	Micro-bacia de Ramos	24
07	Micro-bacia de Irajá	24
08	Micro-bacia do Canal do Cunha	25
09	Micro-bacia Acari-Pavuna-Meriti	25
10	Modelo de efeitos diretos na saúde e no meio ambiente provenientes da implantação de sistemas de água e esgotos.	84

Lista de Tabelas

01	Parâmetros microbiológicos encontrados na Baía de Guanabara (Ilha do Governador)	63
02	Parâmetros microbiológicos encontrados na micro-bacia de Ramos (rio Ramos)	63
03	Parâmetros microbiológicos encontrados na micro-bacia de Irajá (canal da Penha)	63
04	Parâmetros microbiológicos encontrados na micro-bacia do Canal do Cunha (rio Faria Timbó)	63
05	Parâmetros microbiológicos encontrados na micro-bacia Acari-Pavuna-Meriti (rio Meriti)	64
06	Óbitos por algumas doenças infecciosas e parasitárias no ano de 2000 segundo sexo	79
07	Óbitos por algumas doenças infecciosas e parasitárias no ano de 2001 segundo sexo	80
08	Óbitos por algumas doenças infecciosas e parasitárias no ano de 2002 segundo sexo	81
09	Óbitos por algumas doenças infecciosas e parasitárias no ano de 2003 segundo sexo	82

Lista de Gráficos

01	Resultados das análises de condutividades	65
02	Resultados das análises de fenóis	66
03	Resultados das análises de cianetos	66
04	Resultados das análises de nitrito	67
05	Resultados das análises de nitrato	67
06	Resultados das análises de nitrogênio amoniacal	68
07	Resultados das análises de oxigênio dissolvido	68
08	Resultados das análises de demanda bioquímica de oxigênio	69
09	Resultados das análises de demanda química de oxigênio	69
10	Resultados das análises de fósforo total	70
11	Resultados das análises de cloreto	70
12	Resultados das análises de cromo trivalente	71
13	Resultados das análises de manganês	71
14	Resultados das análises de ferro	72
15	Resultados das análises de níquel	72
16	Resultados das análises de cobre	73
17	Resultados das análises de zinco	73
18	Resultados das análises de cádmio	74
19	Resultados das análises de mercúrio	74
20	Resultados das análises de chumbo	75

Lista de Quadros

01	Panorama histórico dos aspectos de saúde pública e meio ambiente que nortearam o setor de saneamento	35
02	Visão histórica da gestão de recursos hídricos nos países desenvolvidos e no Brasil	39
03	Bairro de Bonsucesso: domicílios particulares por tipo de abastecimento de água	49
04	Bairro de Bonsucesso: domicílios particulares por tipo de esgotamento sanitário	49
05	Bairro do Complexo do Alemão: domicílios particulares por tipo de abastecimento de água	50
06	Bairro do Complexo do Alemão: domicílios particulares por tipo de esgotamento sanitário	50
07	Bairro de Cordovil: domicílios particulares por tipo de abastecimento de água	51
08	Bairro de Cordovil: domicílios particulares por tipo de esgotamento sanitário	51
09	Bairro de Jardim América: domicílios particulares por tipo de abastecimento de água	52
10	Bairro de Jardim América: domicílios particulares por tipo de esgotamento sanitário	52
11	Bairro de Irajá: domicílios particulares por tipo de abastecimento de água	53
12	Bairro de Irajá: domicílios particulares por tipo de esgotamento sanitário	53
13	Bairro de Brás de Pina: domicílios particulares por tipo de abastecimento de água	54
14	Bairro de Brás de Pina: domicílios particulares por tipo de esgotamento sanitário	54
15	Bairro de Olaria: domicílios particulares por tipo de abastecimento de água	55

16	Bairro de Olaria: domicílios particulares por tipo de esgotamento sanitário	55
17	Bairro de Maré: domicílios particulares por tipo de abastecimento de água	56
18	Bairro de Maré: domicílios particulares por tipo de esgotamento sanitário	56
19	Bairro da Penha Circular: domicílios particulares por tipo de abastecimento de água	57
20	Bairro da Penha Circular: domicílios particulares por tipo de esgotamento sanitário	57
21	Bairro da Penha: domicílios particulares por tipo de abastecimento de água	58
22	Bairro de Penha: domicílios particulares por tipo de esgotamento sanitário	58
23	Bairro de Manguinhos: domicílios particulares por tipo de abastecimento de água	59
24	Bairro de Manguinhos: domicílios particulares por tipo de esgotamento sanitário	59

RESUMO

Esta pesquisa busca contribuir no aprofundamento da discussão do saneamento e saúde, utilizando como modelo a malha hidrográfica da Leopoldina e dar subsídios às políticas públicas do setor pelo impacto das doenças de veiculação hídrica observadas, reiteradamente, no Município do Rio de Janeiro.

A utilização do saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos, políticos e gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais, municipais e localidades de pequeno porte. A maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial está relacionado com o meio ambiente. Um exemplo disso é a diarreia que, com mais de quatro bilhões de casos por ano, é a doença que mais aflige a humanidade. Entre as causas dessas doenças destacam-se as condições inadequadas dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

Palavras-chave: Saneamento, Saúde Pública, Leopoldina, Gestão ambiental, Microbiologia sanitária

ABSTRACT

The present dissertation aims to further deepen the debate on sanitation and health, using the Leopoldina country hidrographic basin as a model, contributing to improve public policies and study the impact of water-borne diseases within this part of Rio de Janeiro city.

The use of sanitation techniques as a health promotion method demands the overcome of technologic and political management barriers that have hindered the access of these benefits to rural and small town dwellers. Most sanitary problems afflicting the world population are in some way strongly related to environmental issues.

A striking example is diarrhoeal disease with over 4 billion reported cases a year, where inappropriate water, sanitation and sewage services play an important.

Key-words: Sanitation, Public health, Leopoldina, Environmental administration, Sanitary microbiology

Introdução

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação busca contribuir no aprofundamento da discussão do saneamento e saúde utilizando como modelo a malha hidrográfica da Leopoldina pelo impacto das doenças de veiculação hídrica observadas. Observadas as devidas proporções, intenta fazer um marco referencial dando continuidade ao grande pesquisador Oswaldo Cruz (1893), que teve em sua tese de doutorado, a busca da mesma temática desta dissertação, “*A veiculação microbiana pelas águas*”.

O conceito de Promoção de Saúde proposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS), desde a Conferência de Ottawa, em 1986, é visto como o princípio orientador das ações de saúde em todo o mundo. Assim sendo, parte-se do pressuposto de que um dos mais importantes fatores determinantes da saúde são as condições ambientais. O conceito de saúde é entendido como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, não restringe o problema sanitário ao âmbito das doenças (WHO, 2000). CVJETANOVIC (1986) agrega, ainda, os fatores sociais e econômicos a questão da saúde, o que pode ser verificado no modelo proposto pelo autor, no qual se prevê que sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário proporcionam benefícios gerais sobre a saúde da população segundo duas vias: mediante efeitos diretos e efeitos indiretos, primordialmente, do nível de desenvolvimento da localidade atendida, como demonstra a **FIGURA 1**.

FIGURA 1: Esquema conceitual dos efeitos diretos e indiretos do abastecimento de água e do esgotamento sanitário sobre a saúde



Fonte: CVJETANOVIC, 1986.

A utilização do saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos políticos e gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais, municípios e localidades de pequeno porte. A maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial estão intrinsecamente relacionados com o meio ambiente. Um exemplo disso é a diarreia que com mais de quatro bilhões de casos por ano, é a doença que aflige a humanidade (OPAS, 1996). Entre as causas dessa doença destacam-se as condições inadequadas dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário (CAIRNCROSS *et al.*, 1996).

Mais de um bilhão dos habitantes da Terra não têm acesso a habitação segura e a serviços básicos, embora todo ser humano tenha direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza. No Brasil, as doenças resultantes da falta ou inadequação de saneamento, especialmente em áreas pobres, têm agravado o quadro epidemiológico. Males

como cólera, dengue, esquistossomose e leptospirose são exemplos disso (TEIXEIRA, 1994, CRUZ, 2000).

Atualmente, cerca de 90% da população urbana brasileira é atendida com água potável e 60%, com redes coletoras de esgotos. O déficit, ainda existente, está localizado, basicamente, nos bolsões de pobreza, ou seja, nas favelas, nas periferias das cidades, na zona rural e no interior. A enorme concentração de pessoas, além de um crescente consumo *per capita* de água, gera um imenso volume de águas servidas e, que mesmo tratadas, sobrecarregam em nutrientes e carga orgânica, os potenciais mananciais de água existentes e ainda disponíveis. Este círculo vicioso, captação-contaminação-disposição, em curto espaço de tempo fará entrar em colapso toda a capacidade produtiva das bacias hidrográficas levando à insolvência do modelo urbano de gestão hídrica contemporâneo. Para evitar tal colapso, novas normas de gestão de recursos hídricos de saneamento devem ser pensadas e desenvolvidas para dar sustentabilidade ambiental a estas mega-concentrações urbanas da atualidade (FERREIRA, 2003, PENA, 2004, FERREIRA & CUNHA, 2005a, FERREIRA & CUNHA, 2005b).

Investir em saneamento é a única forma de se reverter o quadro existente. Dados divulgados pelo Ministério da Saúde afirmam que para cada R\$1,00 (hum real) investido no setor de saneamento, economiza-se R\$ 4,00 (quatro reais) na área de medicina curativa (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000). Entretanto, é preciso que se veja o outro lado da moeda, pois o homem não pode ver a natureza como uma fonte inesgotável de recursos, que pode ser depredada em ritmo ascendente para bancar necessidades de consumo que poderiam ser atendidas de maneira racional, evitando a devastação da fauna, da flora, da água e de fontes preciosas de matérias-primas.

Pode-se construir um mundo em que o homem aprenda a conviver com seu ambiente numa relação harmônica e equilibrada, que permita garantir alimentos a todos sem transformar as áreas agricultáveis em futuros desertos. Para isso é necessário que se construa um novo modelo de desenvolvimento em que se harmonizem a melhoria da qualidade de vida das suas populações, a preservação do meio ambiente e a busca de soluções criativas para atender aos anseios dos cidadãos de terem acesso a certos confortos da sociedade moderna.

JUSTIFICATIVA PARA ESCOLHA DO TEMA

O presente trabalho aborda a malha hidrográfica da Leopoldina por ser uma área pertencente à região metropolitana do Rio de Janeiro, com densidade demográfica elevada,

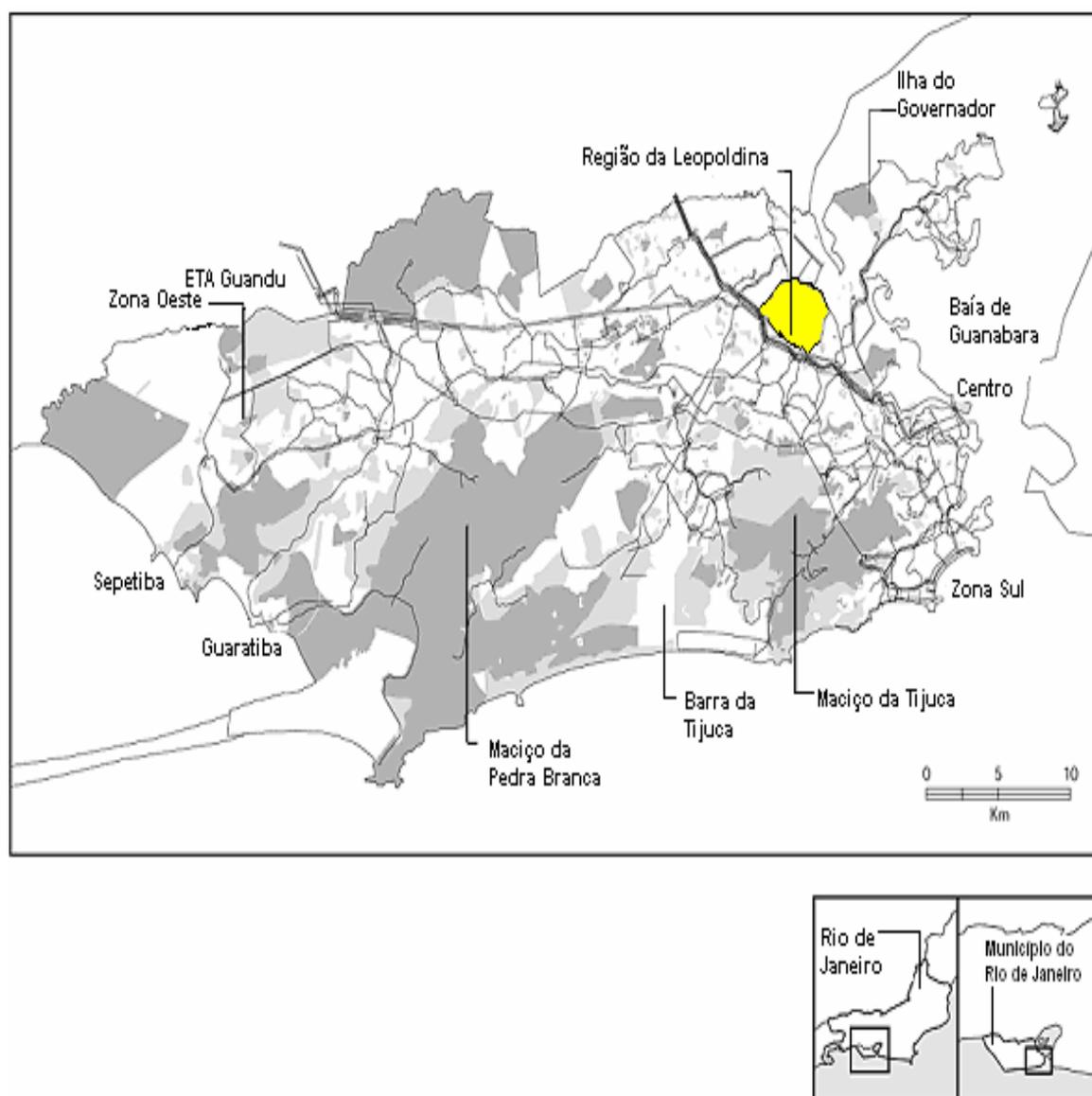
número cada vez maior de indústrias e com predominância de população de baixa renda, o que constitui um dos menores Produtos Internos Brutos do país - PIBs. A região da Leopoldina aparece hoje como um fragmento de espaço urbano onde reside cerca de 8% (475.738 habitantes) da população do município do Rio de Janeiro (5.857.904). Do total da população da região, 38% (180.780 habitantes) está distribuída em 64 favelas. Sua densidade demográfica bruta é de 126,7 habitantes/hectare. (CENSO 2000). Essas características nos levam a observar que a região é carente de sistemas de abastecimento de água e de rede coletora de esgotos, afetando diretamente a saúde da população.

Estas questões apontam para uma reflexão profunda acerca das necessidades de se implantarem programas de saneamento que levem a uma melhor qualidade de vida para a população local.

FORMULAÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

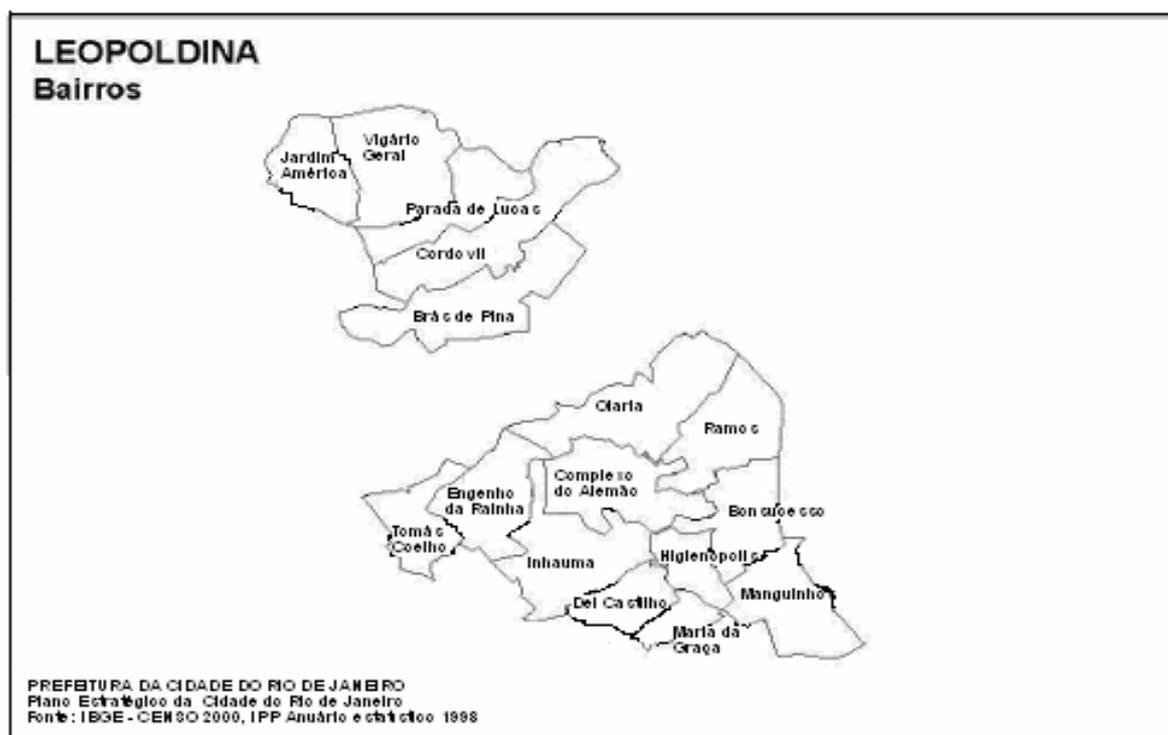
A Região Leopoldina está localizada a nordeste do Município do Rio de Janeiro, conforme observado na **FIGURA 2**, cobrindo uma área de 3.712 hectares, na qual residem 475.738 habitantes, segundo o Censo 2000. Sua densidade líquida (126,7 habitantes/hectare) é a quinta maior entre as 12 regiões do Plano Estratégico que compõem o Município do Rio.

FIGURA 2: Localização da Região da Leopoldina, no Município do Rio de Janeiro.



É formada por 15 bairros: Bonsucesso, Brás de Pina, Cordovil, Del Castilho, Engenho da Rainha, Higienópolis, Inhaúma, Jardim América, Mangunhos, Maria da Graça, Olaria, Parada de Lucas, Ramos, Tomás Coelho e Vigário Geral, conforme observado na **FIGURA 3**.

FIGURA 3. Bairros que compõem a Região da Leopoldina.



Ao sul, o território apresenta uma topografia de relevo suave-ondulado a plano. Seu principal rio, o Faria-Timbó, nasce no Maciço da Tijuca, mas percorre a sua maior extensão e tem sua desembocadura em áreas planas. A superfície da Região Leopoldina é formada pela sedimentação do rio e pelo material da erosão – pouco significativa – da Serra da Misericórdia, resultando em terras de baixa penetrabilidade hídrica, com possibilidade de enchentes, principalmente próximo à Avenida Brasil.

Ao norte, o território, predominantemente plano, apresenta pequenas elevações e é formado por sedimentos carregados pelos rios Pavuna, Irajá, das Pedras e Acari, resultando em uma região também sujeita a enchentes.

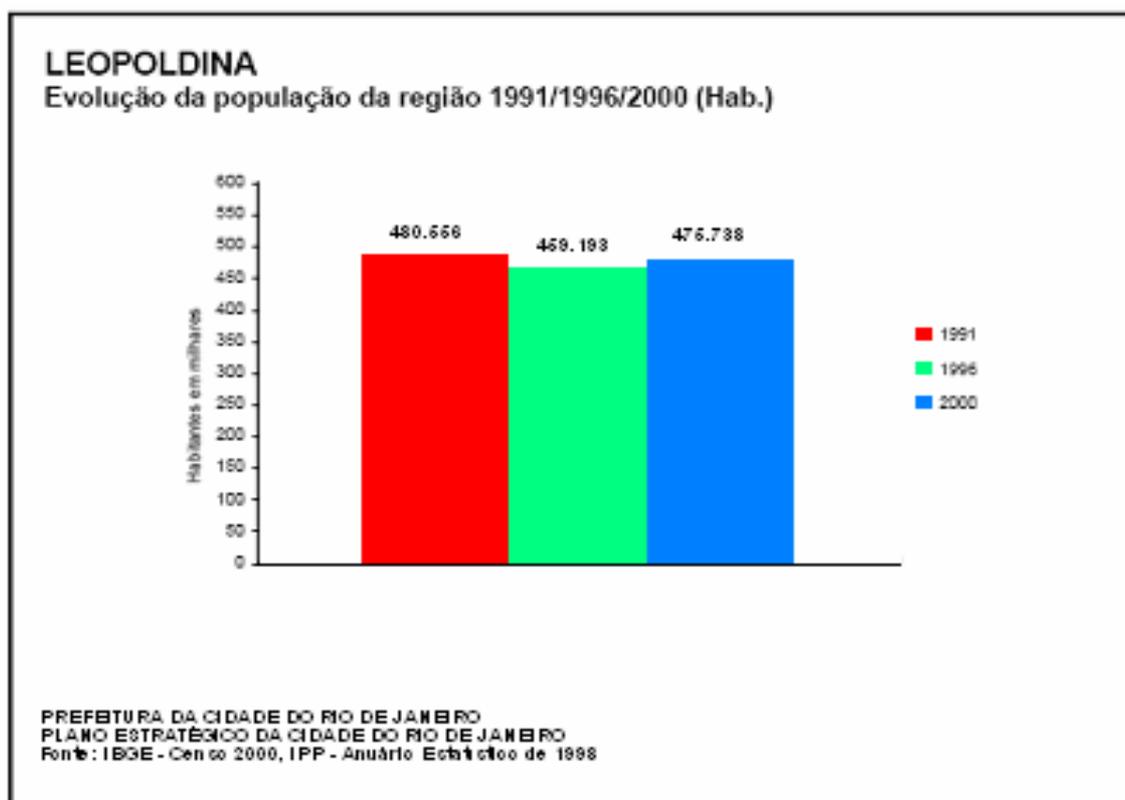
A atividade econômica local é provida por cerca de 6.500 estabelecimentos, 78,7% dos quais são do segmento de comércio e serviços, empregando aproximadamente 92 mil pessoas,

a quarta maior empregadora da Cidade. O volume de negócios gera R\$ 335,9 milhões de ICMS (US\$ 289,4 milhões), a quarta maior arrecadação entre as regiões do Município.

A Região está classificada como de médio-alto desenvolvimento humano, tanto pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH=0,777), como pelo Índice de Condições de Vida (ICV=0,790), ocupando a nona posição no critério do IDH e a sétima no do ICV, quando consideradas todas as regiões (Pena, 2004).

Os dados demográficos indicam que a população decresceu entre 1991 e 2000, à pequena taxa de 1%, equivalente à perda de 4.818 habitantes. Esse número pouco acentuado deveu-se ao fato de a Região ter mudado de tendência, entre a primeira e a segunda metades da década, passando de uma taxa negativa de 4,65%, entre 1991/1996, para uma taxa positiva de 3,60%, entre 1996/2000, conforme observado na **FIGURA 4**.

FIGURA 4. Dados demográficos da população da Leopoldina entre 1991 e 2000



Apesar da reversão de tendência, dez dos seus 15 bairros, perderam população na década de 1990. Alguns de forma acentuada, como Del Castilho (-27%), Bonsucesso (-12%) e Maria da Graça (-11%). Manguinhos destacou-se pelo crescimento (21%) na década,

podendo este dado ser um indicador de aumento da ocupação irregular do solo urbano (OLIVEIRA, 1993).

Na região da Leopoldina localizam-se cerca de 40 conjuntos habitacionais, com uma população de 135.615 habitantes representando 14,36% dos 944.200 habitantes residentes nos 570 conjuntos habitacionais do Município. Podemos verificar que o incremento de população na região da Leopoldina, no período de 91 a 2002, foi menor do que o apresentado no Município. Porém, tomada isoladamente, a X Região Administrativa – RA - (Ramos) teve um incremento populacional de 6,9%, sendo que o incremento de população favelada na X RA chegou a 9,5%. Já na região da Penha, embora o incremento total de população tenha sido negativo, ainda houve um aumento de 2,8% da população residente em favelas (CARNEIRO, 2001).

A articulação da Leopoldina com os outros fragmentos de espaço que compõem a cidade do Rio de Janeiro se dá, basicamente, através das Estradas de Ferro da Leopoldina e da Av. Brasil, por onde circulam pessoas e mercadorias necessárias ao funcionamento de cerca de 15% das indústrias e 11% dos estabelecimentos comerciais existentes no Município. O fato da região concentrar um número substancial das fábricas do Município e haver uma circulação intensa de veículos, principalmente na Av. Brasil, faz com que a Leopoldina apresente o pior índice de poluição do ar por partículas em suspensão do Município. A Leopoldina configura-se ainda como uma região marcada por grandes projetos de viabilização econômica do município, tanto no período anterior ao seu processo de industrialização urbana, quando ainda era importante área de produção agrícola e de circulação de mercadorias para outras regiões do Estado e do país, quanto no período de industrialização urbana propriamente dita até os dias atuais.

As principais micro-bacias que influenciam e, ao mesmo tempo, sofrem influência direta da região da Leopoldina são: micro-bacia de Ramos, micro-bacia de Irajá, micro-bacia do Canal do Cunha e micro-bacia Acari-Pavuna-Meriti.

Dados publicados pelo CENSO 2000 indicam que as ligações de água e esgoto da Leopoldina representam 22% das ligações industriais, 15% das comerciais e 11% das domésticas do Município do Rio de Janeiro. Assim, investigando a qualidade microbiológica de rios da Leopoldina que desembocam na Baía de Guanabara objetiva-se determinar a relação entre microrganismos detectados nestes rios, correlacioná-los com os parâmetros microbiológicos padrão e com os dados de acometimentos das doenças relacionadas a água na

população do Município do Rio de Janeiro na questão de acometimentos por veiculação hídrica.

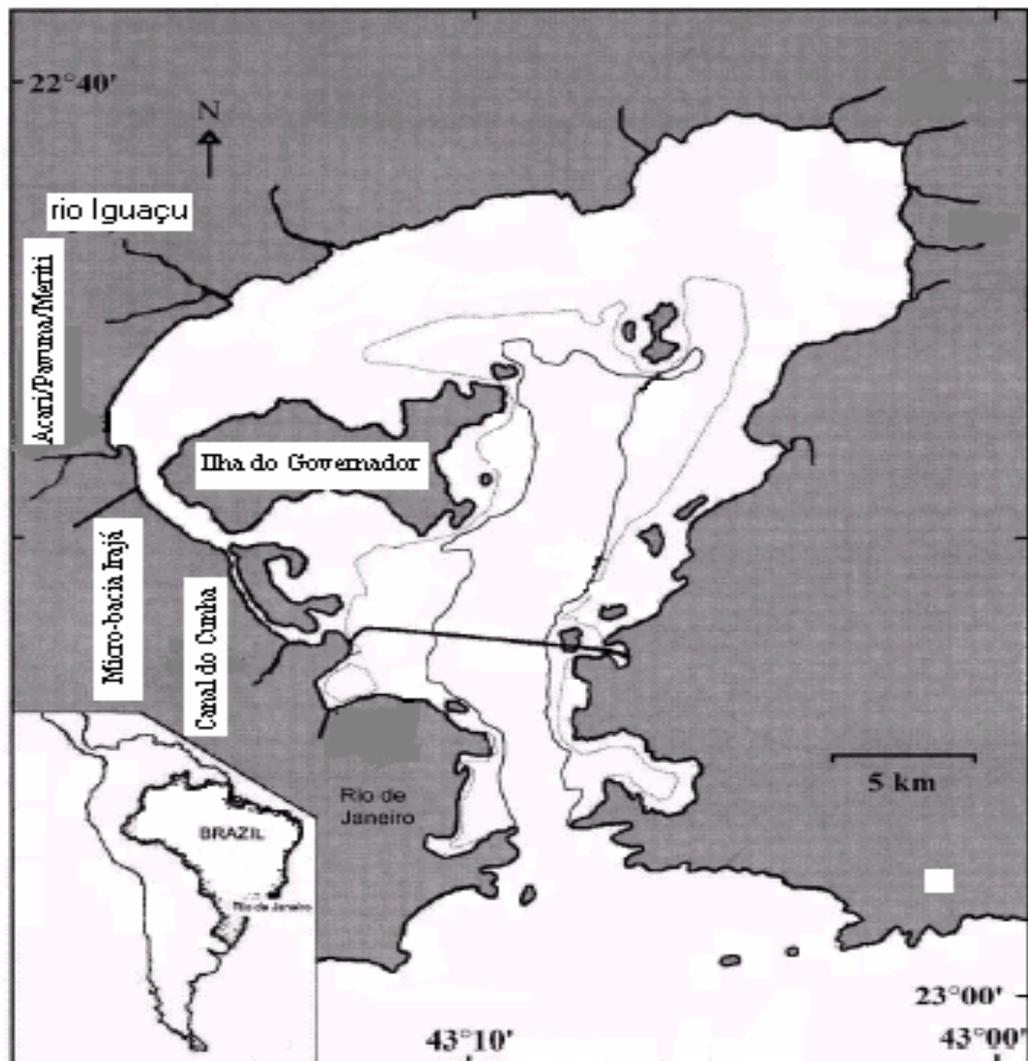
Apesar da perda acentuada em alguns bairros, a população total da Região manteve-se praticamente estável, na década de 1990, podendo esse fato justificar-se por dois motivos: primeiro, o movimento migratório interno, detectado pelo Plano Estratégico (CARNEIRO, 2001); segundo, as altas taxas brutas de natalidade, na média da Região – em torno de 100 nascidos vivos para cada 1.000 habitantes.

A renda média da Região (três salários mínimos) também é muito baixa, praticamente a metade da média da Cidade (seis salários mínimos). Novamente os três bairros citados – Manguinhos, Parada de Lucas e Vigário Geral – detêm as menores rendas médias da Região (em torno de dois salários mínimos).

CARACTERIZAÇÃO DAS MICRO-BACIAS

Todos os rios e canais que atravessam a região da Leopoldina fazem parte da Bacia da Baía de Guanabara (**FIGURA 5**), os quais recebem grande quantidade de dejetos orgânicos e despejos industriais (SENNA JR & FERREIRA, 2002, FERREIRA, 2003).

FIGURA 5. Micro-bacias (área da Leopoldina) presentes na Baía de Guanabara



As principais micro-bacias que influenciam e, ao mesmo tempo, sofrem influência direta da região da Leopoldina são:

- Micro-bacia de Ramos: é composta pelo rio Ramos que nasce na Serra da Misericórdia, atravessando uma região altamente poluída e densamente habitada onde se encontra o Complexo do Alemão, um conjunto de favelas que abrange os bairros da Penha, Inhaúma, Bonsucesso, Ramos e Olaria - (FIGURA 6);

FIGURA 6. Micro Bacia de Ramos – Rio Ramos



- Micro-bacia de Irajá: recebe como contribuinte o Canal da Penha, que foi construído paralelamente à Avenida Brasil com a finalidade de captar as águas dos rios Nunes, Escorremão, Gruçui, Arapoji e Quitungo (**FIGURA 7**);

FIGURA 7. Micro-bacia de Irajá - Canal da Penha



- Micro-bacia do Canal do Cunha: coleta as águas dos rios que nascem na Serra dos Pretos Forros e no Maciço da Tijuca e atravessam áreas densamente povoadas como: Cascadura, Piedade, Lins de Vasconcelos, Engenho de Dentro, Inhaúma, Maria da Graça, Manguinhos e São Cristóvão. Recebe, ainda, grande carga poluidora oriunda das atividades da zona portuária. É composta pelos rios Benfica, Jacaré, Faria-Timbó e Salgado (**FIGURA 8**);

FIGURA 8. Micro-bacia do Canal do Cunha – Canal do Cunha



- Micro-bacia Acari-Pavuna-Meriti: Formada pelo rio Meriti. Delimita o norte do Município do Rio de Janeiro (**FIGURA 9**).

FIGURA 9. Micro-bacia Acari-Pavuna-Meriti - Rio Meriti



RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A compreensão das relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente constitui etapa inicial e importante no desenvolvimento de um modelo de planejamento de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Em termos de planejamento, a identificação e a análise dos efeitos advindos da implementação de determinado sistema, seja ele de água ou de esgotos, devem conferir meios para se estabelecer uma certa ordem de prioridades e apontar o direcionamento mais adequado das ações, uma vez que cada população a ser beneficiada possui características distintas e nem sempre as ações de saneamento podem ser orientadas da mesma forma (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 1999).

Capítulo 1

Objetivos do estudo

1.1 – OBJETIVO GERAL

- Analisar as características e tendências da malha hídrica da Região da Leopoldina nos comprometimentos das doenças de veiculação hídrica da população do Município do Rio de Janeiro.

1.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Discutir a natureza e a extensão das doenças de veiculação hídrica;
- Ampliar o conhecimento do processo de qualidade dos mananciais da região da Leopoldina e as implicações da carga microbológica presente;
- Avaliar parâmetros de controle ambiental, particularmente em relação à quantidade e à qualidade microbológica e físico-químicas da malha hídrica da Região da Leopoldina;
- Contribuir para a reversão do alarmante quadro sanitário da região, através da investigação de tecnologia associada à preservação do meio ambiente e da qualidade de vida da população.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 - PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Na época do Descobrimento do Brasil pelos portugueses, seguindo a linha de contorno da Baía de Guanabara, a partir de São Cristóvão, estendia-se uma grande planície recortada por rios e trilhas abertas por indígenas, que propiciaram o surgimento de pequenos ancoradouros em determinados pontos em direção ao interior, nos rios, e em suas desembocaduras, no mar.

No litoral encontravam-se enseadas e praias, localizadas em frente ao arquipélago formado pelas ilhas do Pinheiro, Sapucaia, Bom Jesus e Fundão, entre outras próximas à maior de todas, a ainda hoje *Ilha do Governador*.

Desde o início da colonização do Rio de Janeiro, no século XVI, a história da Região da Leopoldina está associada à necessidade de se buscarem novos caminhos para alcançar as capitâneas situadas ao norte, principalmente para chegar à província de Minas Gerais.

Esses novos caminhos tiveram um ponto de partida comum: a Cancela dos Jesuítas, em São Cristóvão, conhecida como *Largo da Cancela*. Esse ponto, estratégico para as atividades econômicas dos padres, marcava o encontro da Estrada Real dos Jesuítas com a que conduzia à Fazenda da Penha e às estradas Velha e Nova da Pavuna. Esta última ia até a antiga Venda dos Pilares.

Outros caminhos foram se formando, na medida em que surgiam novos núcleos populacionais. Esses caminhos permitiam que os moradores chegassem ao Centro da Cidade por terra, ou utilizando canoas e faluas para seguir o percurso dos rios até alcançar o mar, no interior da grande baía. Em 1643, o padre Custódio Coelho criou a Freguesia de São Tiago,

devido à existência ali de atividades econômicas e de uma ocupação territorial que justificavam a medida.

Os jesuítas estabeleceram várias fazendas no percurso desses caminhos. Uma delas destacou-se como foco de atração para a ocupação da área: a Fazenda de São Tiago de Inhaúma, passada ao Vigário Geral Clemente Mattos, principal incentivador do progresso na região. Abrangendo território extenso e fértil, lavrado por escravos e rendeiros livres, a fazenda estendia-se até as terras do Andaraí e do Engenho Novo.

Em 9 de março de 1743 a fazenda foi elevada à categoria de Paróquia de São Tiago de Inhaúma, tendo seu território desmembrado da freguesia de Irajá e adquirindo autonomia como freguesia rural do Rio de Janeiro. Dois anos depois, por ordem do Bispo do Rio de Janeiro, erigiu-se ali uma capela, dando início à futura Igreja Matriz da Região. Em meados do século XVIII, o território já abrigava pequenos, porém produtivos núcleos rurais, espalhados por diversas localidades e ligados por portos fluviais e marítimos.

A Região tornava-se cada vez mais importante para o abastecimento da Cidade, com atividades econômicas que envolviam desde a lavoura de cana-de-açúcar e cultivo de arroz, milho e feijão até a produção de legumes e frutas variadas. Possuía ainda manufaturas de couro e de produtos de barro para construção, abrigando um comércio regular em seus portos e lugarejos.

Em 1759, com a perseguição movida por Pombal culminando na lei de 3 de setembro, que expulsou os jesuítas de Portugal e seus domínios, a Fazenda de São Tiago foi confiscada e dividida em grandes lotes rurais, posteriormente vendidos. Na época da mineração do ouro de Minas Gerais, que vinha para a Cidade tendo como destino os portos de onde era embarcado para Portugal, a ocupação acelerou-se, transformando a Região em ponto estratégico do poder colonial.

No início do século XIX as atividades comerciais intensificaram-se. A intensa atividade mercantil fez surgir, ao longo do tempo, uma série de pequenos núcleos sub-urbanos, seguindo as vias de escoamento dos produtos da região e de outros que vinham de fora, produzidos principalmente na província de Minas Gerais.

A partir de 1808, com a vinda para o Rio de Janeiro da Corte portuguesa, atravessando o oceano para fugir das guerras Napoleônicas, o transporte entre os portos da Cidade, principalmente o de Inhaúma, passou a garantir o suprimento de inúmeros produtos requeridos pela nova Capital do Império.

Até aproximadamente 1870, a Freguesia de Inhaúma manteve seu caráter rural, mas já possuía núcleos suburbanos importantes. Dois deles se destacam como estratégicos para o crescimento de toda a Região: Inhaúma, por causa do florescente porto, criado ainda no século XVI, e Bonsucesso.

O Porto de Inhaúma localizava-se onde termina a atual Avenida Guilherme Maxwell, no cruzamento com a rua Praia de Inhaúma, e servia para escoar os produtos explorados e cultivados na Região, tendo sido de grande importância para o desenvolvimento dos subúrbios. Utilizado como comunicação com o Caju, São Cristóvão, as ilhas próximas ao litoral de Inhaúma e com o centro da Cidade, formou-se em seu entorno um núcleo de população e de comércio.

Já Bonsucesso surgiu no entroncamento de duas estradas: a da Penha e a que chegava ao porto. A localidade passou a ter uma ocupação mais efetiva depois que, em 1754, D. Cecília Vieira de Bonsucesso, proprietária da Fazenda do Engenho da Pedra, reformou e embelezou a antiga capela, edificada em 1738, no Engenho da Pedra, por um devoto de Santo Antônio. Como consequência, os canaviais dos arredores passaram a ser chamado de Campos de Bonsucesso, tendo o Engenho da Pedra, com o tempo, incorporado o nome Bonsucesso.

Com a melhoria dos acessos à Região de Inhaúma por terra, a partir de meados do século XIX, o antigo porto de Inhaúma entra em decadência, desaparecendo progressivamente em função dos inúmeros aterros que se sucedem na Região.

Em 1886, é inaugurada a *Northern Railway* – Estrada de Ferro Norte –, mais tarde incorporada ao sistema da Ferrovia D. Pedro II (futura Central do Brasil), ganhando a denominação de Estrada de Ferro Leopoldina.

A construção da ferrovia foi considerada uma das grandes obras de engenharia da época, proporcionando soluções para difíceis desafios técnicos, como o percurso traçado sobre terrenos pantanosos e alagadiços que contornavam a Baía de Guanabara. Representou também uma importante obra sob a ótica da iniciativa privada, ao atrair a participação dos proprietários das fazendas e sítios localizados em seu trajeto, interessados em doar terras para a passagem dos trilhos, visando à melhoria das condições de transporte de seus produtos e à valorização de suas propriedades.

Em troca, seus nomes foram dados aos pontos de parada do trem e, posteriormente, aos bairros que se formaram no entorno das futuras estações. Surgiram assim as Paradas do Amorim, proprietário do sítio de Manguinhos; o bairro Bonsucesso, incorporando a antiga

denominação legada por D. Cecília Vieira de Bonsucesso; a Parada de Ramos, por causa da fazenda de Fonseca Ramos.

Olaria recebeu o nome devido à sua manufatura de telhas e tijolos, e Penha porque a parada ficava na fazenda do mesmo nome. Esta última possuía a formação rochosa sobre a qual foi construída a famosa igreja – igreja da Penha.

Em 1892, a Fazenda de Manguinhos de D. Alexandrina Rosa de Carvalho foi desapropriada pelo governo, instalando-se ali o Instituto Soroterápico de Manguinhos, que, mais tarde, passou a chamar-se Instituto Oswaldo Cruz, primeira importante instituição no litoral de Inhaúma.

Em 30 de dezembro de 1902, durante a presidência de Rodrigues Alves (1903-1906), Pereira Passos assume a prefeitura do Rio, dando início à terceira reforma urbanística da cidade, projeto de grande envergadura realizado no período conhecido como “Bota-abaixo”, quando a Cidade passou por grandes transformações. Esse fato gerou um crescimento desordenado em núcleos da Região Leopoldina, assim como em outros bairros nos subúrbios cariocas.

Durante a transformação urbana empreendida pelo prefeito Pereira Passos, a Leopoldina foi invadida pelos habitantes expulsos do Centro, em consequência da demolição de inúmeros cortiços. As camadas mais pobres da população, que ocupavam a área demolida, foram obrigadas a se retirar, iniciando uma busca por terrenos e moradias baratas e promovendo uma intensa ocupação, de forma tipicamente linear, ao longo das ferrovias.

Iniciou-se um intenso processo de loteamentos na Região, na qual os terrenos, vendidos em prestações mensais, facilitaram a vertiginosa ocupação das terras fracionadas. A Região Leopoldina foi pioneira no financiamento para aquisição de lotes de terrenos e, como consequência, entre 1890 e 1906 a Região teve o maior crescimento populacional entre todas as outras do Município: 293%.

Em 1906 a população da Cidade alcança 811.443 habitantes. Em 1914, por iniciativa do engenheiro Guilherme Maxwell, descendente de ingleses, último proprietário do antigo Engenho da Pedra, foi criada a *Cidade dos Aliados*, moderno loteamento constituído por praças e ruas projetadas segundo os preceitos urbanísticos que nortearam o projeto de embelezamento de Pereira Passos. O nome dos logradouros homenageava os países aliados na Primeira Guerra Mundial: Praça das Nações, Avenidas Roma, Londres, Bruxelas e Nova Iorque. Esse projeto implementou efetivamente a urbanização da Região.

Já a enseada de Inhaúma manteve seu aspecto original até 1920, quando a orla sofreu, a partir do Caju, inúmeros aterros feitos em seus manguezais pela Empresa de Melhoramentos da Baixada Fluminense, do engenheiro Alencar Lima. Esses aterros seriam posteriormente utilizados para a construção da Avenida Brasil, e parcialmente ocupados pela Aeronáutica, pela Marinha, pelo Ministério da Saúde e pela Refinaria de Manguinhos.

A partir de 1930, com o território urbanisticamente consolidado, inicia-se um surto industrial na Região, que ainda conservava características mistas de uso residencial e comercial. A população, basicamente proletária, concentrava-se nos núcleos mais importantes, ao longo da Estrada de Ferro Leopoldina. Mas só a partir do Decreto 6000/37, quando foi definida como zona industrial, a área começa a mudar de configuração.

O processo acelera-se durante a Segunda Guerra Mundial, com o esforço de guerra dos aliados diminuindo o fluxo de importações e estimulando a fabricação nacional de produtos anteriormente importados, o que promove uma multiplicação de pequenas e médias fábricas entre os bairros de Bonsucesso e Olaria.

O evento ganha importante dimensão também do ponto de vista urbanístico, ao promover a aceleração dos trabalhos de saneamento das bacias hidrográficas da Região, como a do Rio Faria-Timbó, entre a Avenida Itaoca e a Estrada Velha da Pavuna. Em 1942 as obras já estavam concluídas, possibilitando a implantação de indústrias pioneiras, como a Fábrica de Papel Tannuri e inúmeras outras que ali se instalaram, nos anos seguintes.

Se por um lado o governo da então capital do País estimulava a implantação de inúmeras indústrias, por outro não dotava a Região das obras civis necessárias à sua infraestrutura, possibilitando uma ocupação desordenada por pequenas indústrias, mas deixando de adequar os bairros para enfrentar os problemas de inundações e da falta de saneamento básico, contribuindo em muito para a degradação de grandes áreas.

O processo de crescimento culmina com a inauguração da Avenida Brasil, em 1946, durante o Estado Novo. Criada com o objetivo de descongestionar os eixos da Rodovia Rio-Petrópolis e da Rio-São Paulo e diminuir os custos da circulação de mercadorias, a construção da nova via expressa tinha a pretensão de incorporar ao tecido urbano da Cidade terrenos para uso industrial, como galpões para manufaturas e oficinas, entre outros, deixando livres apenas os terrenos destinados às instalações militares.

Até então desenvolvida ao longo da Estrada de Ferro Leopoldina, a ocupação da Região desloca-se para os espaços localizados ao longo do eixo da nova *avenida-rodovia*. No entanto, a industrialização pretendida não ocorre. O transporte rodoviário só se viabiliza

efetivamente a partir de meados da década de 1950, com a implantação da indústria automobilística, inserida no modelo de desenvolvimento baseado no binômio energia e transporte, do governo do presidente Juscelino Kubitschek.

A grande avenida, obra de engenharia de porte executada sobre aterros e oriunda de um modelo econômico-industrial que só se concretizaria mais tarde, acaba possibilitando a invasão das áreas não ocupadas pelas indústrias, desencadeando um processo de favelização ao longo do seu trajeto.

A favelização, todavia, não ocorre especificamente na Região Leopoldina, posto que um dos fatores considerados fundamentais para a instalação das indústrias era exatamente a proximidade de locais onde havia grande concentração de mão-de-obra barata. Invasões e ocupações irregulares já eram bastante comuns em outras áreas industriais da Cidade.

Independentemente dos fatores que contribuíram para impedir um crescimento ordenado e produtivo, a Região Leopoldina consolida-se através dos anos como importante centro de comércio varejista e de serviços. Seu desenvolvimento peculiar deve-se historicamente às vias fluviais, portos e caminhos levando às regiões ao norte da Cidade, além de dois vetores que diferenciam o crescimento da Região: a Estrada de Ferro Leopoldina e a Avenida Brasil.

A partir da década de 1960, com a mudança da capital para Brasília e a transformação da Cidade do Rio de Janeiro em Estado da Guanabara, o crescimento econômico da Região começa a diminuir. O fato de não terem ocorrido os resultados esperados ao longo da Avenida Brasil, a perda do *status* de Estado, com a transformação em Município, além de outros aspectos relacionados à conjuntura econômica nacional e ao próprio desenvolvimento econômico da Cidade, acabam contribuindo para levar a Região à estagnação.

Nos anos seguintes desenvolve-se um forte comércio varejista em vários setores – alimentação, vestuário, calçados, eletrodomésticos, entre outros, – surgindo ainda atividades ligadas a serviços, com predominância de depósitos, transportadoras e oficinas. E embora o setor habitacional não tenha evoluído, o industrial ainda continua expressivo.

Integrada ao tecido urbano da Cidade mediante de três fases distintas, a Região está ligada a diferentes sistemas de transportes: o fluvial-marítimo, com seus portos integrados por caminhos que, do século XVI ao XIX, funcionaram de forma extremamente eficiente; o ferroviário, com a inauguração da ferrovia que, a partir de 1886, efetiva a ocupação da Região, delimita os bairros e lhe dá o próprio nome; e o rodoviário, com as suas vias internas e, principalmente, com a construção da Avenida Brasil, após 1946.

Permanece o esvaziamento econômico da Região, com retração e transferência de indústrias para outras áreas. Apesar disso, a Leopoldina ainda destaca-se por sua pluralidade de vocações – residencial, comercial e industrial, – consolidadas através de uma evolução histórica que a diferencia das demais regiões. Em seus portos, trilhos e estradas abrindo fronteiras ao norte encontra-se, portanto, o resumo da sua história.

A evolução histórica apresenta um panorama dos aspectos de saúde pública e meio ambiente que nortearam o setor de saneamento, desde meados do século XIX até o início do século XXI. Pode-se observar que a própria evolução do conceito de saúde pública e sua interface com o saneamento, o fortalecimento da questão ambiental e os aspectos referentes à legislação de controle de qualidade da água, seja ela para o abastecimento público ou para o controle da poluição, são condutores das ações de saneamento (FERREIRA & CUNHA, 2005a). Como observado por TEIXEIRA (1994), a história brasileira é toda pontuada por aspectos institucionais e de regulação sobre a qualidade das águas, que se modificaram na medida em que os conceitos de saúde e meio ambiente foram sendo incorporados. No **QUADRO 1**, percebe-se que o enfoque eminentemente sanitário, em que o saneamento é uma ação de saúde pública, prevaleceu durante vários anos, mesmo não havendo um consenso científico quanto aos benefícios advindos da implementação dos sistemas de água e esgotos (MARA & FEACHEM, 1999). A avaliação ambiental, incorporada recentemente, inclui novas questões quando da implementação dos sistemas de saneamento, tanto com relação aos seus efeitos positivos como também negativos (SOARES & FERREIRA, 2004). Com efeito, embora saúde e higiene tenham sido motivos de preocupações em políticas urbanas na América Latina desde meados do século XIX, somente nos últimos anos o acesso aos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário passou a ser considerado tema ambiental, inclusive no Brasil (BOOT, 1998, SANTOS, 1999).

QUADRO 1. Panorama histórico dos aspectos de saúde pública e meio ambiente que nortearam o setor de saneamento.

Período	Principais Características
Meados do século XIX até o início do século XX	<ul style="list-style-type: none"> • Estruturação das ações de saneamento sob o paradigma do higienismo, isto é, como uma ação de saúde, contribuindo para a redução da morbi-mortalidade por doenças infecciosas, parasitárias e até mesmo não infecciosas. • Organização dos sistemas de saneamento como resposta a situações epidêmicas, mesmo antes da identificação dos agentes causadores das doenças.
Início do século XX até a década de 30	<ul style="list-style-type: none"> • Intensa agitação política em torno da questão sanitária, com a saúde ocupando lugar central na agenda pública: saúde pública em bases científicas modernas a partir das pesquisas de Oswaldo Cruz. • Incremento do número de cidades com abastecimento de água e da mudança na orientação do uso da tecnologia em sistemas de esgotos, com a opção pelo sistema separador absoluto, em um processo marcado pelo trabalho de Saturnino de Brito, que defendia planos estreitamente relacionados com as exigências sanitárias (visão higienista).
Décadas de 30 e 40	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração do Código das Águas (1934), que representou o primeiro instrumento de controle do uso de recursos hídricos no Brasil, estabelecendo o abastecimento público como prioridade. • Coordenação de ações de saneamento (sem prioridade) e assistência médica (predominante) essencialmente pelo setor de saúde.
Décadas de 50 e 60	<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento de iniciativas para estabelecer as primeiras classificações e os primeiros parâmetros físico, químicos e bacteriológicos definidores da qualidade das águas, por meio de legislações estaduais e em âmbito federal. • Permanência da dificuldade em relacionar os benefícios do saneamento com a saúde, restando dúvidas inclusive sobre a sua existência coletiva.
Década de 70	<ul style="list-style-type: none"> • Predomínio da visão de que avanços nas áreas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos países em desenvolvimento resultariam na redução das taxas de mortalidade, embora ausente dos programas de atenção primária à saúde. • Consolidação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), com ênfase no incremento dos índices de atendimento por sistemas de abastecimento de água. • Inserção da preocupação ambiental na agenda política brasileira, com a consolidação dos conceitos de ecologia e meio ambiente e a criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA) em 1973.
Década de 80	<ul style="list-style-type: none"> • Formulação mais rigorosa dos mecanismos responsáveis pelo comprometimento das condições de saúde da população, na ausência de condições adequadas de saneamento (água e esgotos). • Instauração de uma série de instrumentos legais de âmbito nacional definidores de políticas e ações do governo brasileiro, como a Política Nacional do Meio Ambiente (1981). • Revisão técnica das legislações pertinentes aos padrões de qualidade das águas.
Década de 90 até o início do século XXI	<ul style="list-style-type: none"> • Ênfase no conceito de desenvolvimento sustentável e de preservação e conservação do meio ambiente e particularmente dos recursos hídricos, refletindo diretamente no planejamento das ações de saneamento. • Instituição da Política e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97). • Incremento da avaliação dos efeitos e conseqüências de atividades de saneamento que importem impacto ao meio ambiente.

Fonte: SOARES *et al.*, 2002

A história do saneamento é parte de um contexto mais amplo, que envolve a história das civilizações, em que cada povo apresenta uma forma própria de se organizar, visando à sobrevivência e ao desenvolvimento. Ao longo de sua trajetória histórica, o modo de vida do homem e sua interferência no meio físico, objetivando ou não o controle das doenças, foram mais do que episódios históricos, processos contínuos e evolutivos. Dessa maneira, os diversos estágios que marcaram a evolução do conhecimento acerca da relação saneamento-saúde tiveram importâncias variadas na orientação das ações, e seu confronto com o caráter de realização destas facilita a compreensão dos principais aspectos na questão (REZENDE & HELLER, 2002).

Afirmam estes mesmos autores que o saneamento se apresenta como importante instrumento da saúde pública, envolvendo um conjunto de medidas relacionadas a intervenções no meio físico, em que se destaca o papel da engenharia, visando à quebra dos elos da cadeia de transmissão das doenças: a saúde pública é a ciência e a arte de prevenir a doença, prolongar a vida e promover a saúde e a eficiência física e mental, através de esforços organizados da comunidade no sentido de realizar o saneamento do meio e o controle de doenças infecto-contagiosas, promover a educação do indivíduo baseada no princípio de higiene pessoal; organizar serviços médicos e de enfermagem para o diagnóstico precoce e tratamento preventivo das doenças, assim como desenvolver a maquinaria social de modo a assegurar, a cada indivíduo na comunidade, um padrão de vida adequado à manutenção da saúde.

São várias as definições de saneamento, e as mesmas estão mescladas com as ações políticas e culturais de cada sociedade ao longo do tempo, e suas interfaces e seu contexto histórico não se esgotam em si mesmos e tampouco se explicam por si mesmos. São tantas as interfaces da política de saneamento, ao mesmo tempo determinando-a e sendo por ela determinadas, que se torna quase obrigatório procurar enxergar o saneamento através da lente dessas suas relações.

No saneamento a sua subordinação administrativa varia de país para país e mesmo no Brasil, de estado para estado. Pode estar ligado à área da Saúde, Interior, Viação e Obras, Municipalidades, Planejamento, Segurança e Meio Ambiente. Os setores com que o saneamento mais se relaciona são: saúde, transporte, agricultura, planejamento territorial e urbanização, exploração de energia elétrica e controle da poluição ambiental. Atualmente, as principais áreas com as quais o saneamento tem uma interface mais direta são as da saúde, meio ambiente e desenvolvimento urbano (TEIXEIRA, 1994).

Deve-se ressaltar, no entanto, que apesar dessa mudança de enfoque, os objetivos ambientais e de saúde não são exatamente os mesmos, o que fica evidenciado, por exemplo, quando se examinam os padrões de qualidade da água relacionados aos aspectos de proteção do corpo receptor e ao aspecto de potabilidade, diretamente associado à qualidade da água fornecida ao consumidor (LIJKLEMA, 1995; NASCIMENTO & Von SPERLING; 1998, FERREIRA, 2005). Com os avanços incorporados na área de saneamento e controle da poluição nas últimas décadas, evidenciou-se a necessidade de se proceder a revisão técnica da legislação, em face dos padrões de qualidade da água que se queria estabelecer. Ao contrário dos padrões de potabilidade (PORTARIA 518/GM de 23/03/2004 - MS) (ANEXO II), que versa quase que exclusivamente sobre aspectos relacionados com a saúde humana, com pouca relação com o meio ambiente, os padrões de qualidade ambiental levam em conta, essencialmente, alterações do teor de oxigênio, de matéria orgânica, de nutrientes, do pH e da temperatura, do curso d'água, isto é, possuem um enfoque ambiental. Os parâmetros citados não acarretam, na maior parte das vezes, prejuízos diretos ao homem, pois as doenças infecciosas, provenientes da poluição hídrica, são, normalmente, o resultado de uma ação mais direta de contágio de uma pessoa para outra.

O saneamento é abordado e entendido como um conjunto de barreiras interpostas entre Sistemas 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, p. ex.). Com propósito de defender os Sistemas contra danos que lhe possam trazer elementos nocivos do Ambiente. Ainda deverão ser observados, além dos aspectos físicos, o humano, de mudança de hábitos, usos, costumes e conscientização em torno do problema (TEIXEIRA, 1994).

Esta definição se encontra diretamente relacionada com os setores saneamento e saúde, a partir da premissa que as ações de saneamento fazem parte do corolário de ações para a saúde e se constituem ações primárias de saúde. O saneamento, entendido em seu sentido mais amplo, é uma intervenção física do homem no ambiente, visando a manter ou alterar o meio, de forma a evitar e controlar doenças, infecto-parasitárias ou não, e propiciar bem estar e conforto à população, refletindo diretamente na qualidade de vida das pessoas. Interage assim, com as condicionantes sociais, políticas e culturais dos povos. É, portanto, uma ação de saúde pública (CRUZ, 2000).

Em 2000, HESPANHOL *et al.* descreveram o histórico do desenvolvimento do setor de gestão dos recursos hídricos, em países em desenvolvimento, como os da América do Sul,

passou por estágios semelhantes aos dos países desenvolvidos, mas em períodos diferentes. Após a segunda guerra mundial, houve um grande desenvolvimento econômico e a construção de muitas obras hidráulicas, principalmente de geração de energia elétrica. Nessa época, países em desenvolvimento como o Brasil estavam na fase de inventariar seus recursos, desenvolvendo a construção de obras hidráulicas de menor porte.

Na etapa seguinte, observou-se o início da pressão ambiental nos países desenvolvidos, devido, principalmente, à degradação das águas superficiais, resultando nas primeiras legislações restritivas quanto ao despejo de efluentes. Em face desses controles, houve melhora da qualidade da água, mas os resíduos foram transferidos para o subsolo, contaminando a água subterrânea. Nesse período, os países em desenvolvimento, em geral, não possuíam nenhuma legislação de controle ambiental.

Nos anos 70 observou-se o início da conscientização ambiental em países em desenvolvimento, enquanto esse processo de controle se acelerava nos países desenvolvidos.

No Brasil, nos anos 80, foi aprovada a legislação ambiental e seus critérios de controle de sistemas hídricos e hidrelétricos. Nesse período, os países desenvolvidos enfatizaram a consideração dos impactos globais, da contaminação de aquíferos e da poluição difusa. O efeito das preocupações sobre o clima global e a pressão sobre áreas como Amazônia contribuíram para diminuir o investimento internacional no Brasil, que enfatizava a energia por meio das hidrelétricas. Nesse momento, foram eliminados os financiamentos internacionais para construção de hidrelétricas, com grande impacto na capacidade de expansão do sistema no Brasil.

Os anos 90 foram marcados pela idéia do desenvolvimento sustentável, que busca o equilíbrio entre o investimento no crescimento dos países e a conservação ambiental. Nesse sentido, os investimentos internacionais que, no período anterior, financiaram aproveitamentos hidrelétricos, voltaram para apoiar a melhoria ambiental das cidades, iniciando com as grandes metrópoles brasileiras.

O final dos anos 90 e o início do novo século (e milênio) são marcados, internacionalmente, pelo movimento da busca de uma maior eficiência no uso dos recursos hídricos, dentro de princípios básicos aprovados na Rio 92. A água é um dos fatores ambientais que tem suscitado grande preocupação dos planejadores. Os maiores desafios que se vislumbram hoje, no Brasil, são a consolidação dos aspectos institucionais do gerenciamento dos recursos hídricos, o controle desses recursos nas grandes metrópoles brasileiras, a preservação ambiental, o uso e controle do solo rural e o controle da poluição

difusa, no âmbito de uma visão racional de aproveitamento e preservação ambiental. O **QUADRO 2** apresenta um resumo histórico da gestão de recursos hídricos nos países desenvolvidos e no Brasil.

QUADRO 2. Visão histórica da gestão de recursos hídricos nos países desenvolvidos e no Brasil

Período	Países Desenvolvidos	Brasil
1945 – 60 Fase de engenharia com pouca conservação	<ul style="list-style-type: none"> • Uso dos recursos hídricos, abastecimento, navegação, hidroeletricidade, etc. • Qualidade da água dos rios. • Medidas estruturais de controle das enchentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventário dos recursos hídricos. • Início dos empreendimentos hidrelétricos de grandes sistemas.
1960 – 70 Início da pressão ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de efluentes. • Medidas não estruturais para enchentes. • Legislação para qualidade da água dos rios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Início da construção de grandes empreendimentos hidrelétricos. • Deterioração da qualidade da água dos rios e lagos próximos a centros urbanos.
1970 – 80 Controle ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Usos múltiplos. • Contaminação de aquíferos. • Deterioração ambiental de grande áreas metropolitanas. • Controle na fonte de drenagem urbana. • Controle da poluição doméstica e industrial. • Legislação ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Ênfase em hidrelétricas e abastecimento de água. • Início de pressão ambiental. • Deterioração da qualidade dos rios devido ao aumento da produção industrial e concentração urbana.
1980 – 90 Interações do Ambiente Global	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos climáticos globais. • Preocupação coma preservação das florestas. • Prevenção de desastres. • Fontes pontuais e não pontuais de poluição rural. • Controle de impactos da urbanização sobre o ambiente. • Contaminação de aquíferos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução dos investimentos em hidrelétricas devido à falta de empréstimos internacionais. • Piora das condições urbanas: enchentes, qualidade de água. • Fortes impactos das secas no nordeste. • Aumento do investimento em irrigação. • Legislação ambiental.
1990 – 2000 Desenvolvimento Sustentável	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento sustentável. • Aumento do conhecimento sobre o comportamento ambiental causado pelas atividades humanas. • Controle ambiental das grandes metrópoles. • Pressão para controle da emissão de gases, preservação da camada de ozônio. • Controle da contaminação dos aquíferos de fontes não-pontuais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Legislação de recursos hídricos. • Investimento no controle sanitário das grandes cidades. • Aumento do impacto das enchentes urbanas. • Programação de conservação dos biomas nacionais: Amazônia, Pantanal, Cerrado e Costeiro. • Início da privatização dos serviços de energia e saneamento.
2000 - ? Ênfase na água	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento da Visão Mundial da Água. • Uso integrado dos recursos hídricos. • Melhora da qualidade da água das fontes não-pontuais: rural e urbana. • Busca de soluções dos conflitos transfronteiriços. • Desenvolvimento no gerenciamento dos recursos hídricos dentro de bases sustentáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avança o desenvolvimnto dos aspectos institucionais da água. • Privatização do setor energético. • Aumento das usinas térmicas para a produção de energia. • Privatização do setor de saneamento. • Aumenta a disponibilidade de água no nordeste. • Desenvolvimento de planos de drenagem urbana para as cidades.

Fonte: HESPANHOL *et al*, 2000

Na evolução do Rio de Janeiro, desde o pequeno arraial no morro do Castelo, até o súbito desenvolvimento no século imperial, identifica-se uma tendência por um determinismo natural que, na argumentação de LAMEGO (1964), seriam os impositivos geográficos que atraíram conquistadores e imigrantes para uma baía excepcional, cavada em zona estratégica e apresentando fatores agregadores das inter-relações econômicas e políticas do Brasil meridional.

Para os 50.000 habitantes do Rio aglomerados em pequena superfície no começo do século XIX, o problema dos transportes urbanos era secundário. A besta ou o cavalo resolviam a situação dos remediados e, numerosamente, cabriolés e traquitanas de uso particular ou cocheiras de aluguel atendiam à gente de recursos.

A cidade começa, porém, rapidamente a se expandir pelos subúrbios e, em 1817, surgem as primeiras diligências que vão a São Cristóvão e a Santa Cruz.

O verdadeiro sistema de transportes coletivos, entretanto, somente aparece dois decênios depois. Em 1838, inauguram-se os primeiros ônibus a cavalo para São Cristóvão, Engenho Velho e Botafogo, estendendo-se em 1842 as linhas para Laranjeiras, Andaraí Pequeno, Rio Comprido e rua Nova do Imperador, atual Mariz e Barros.

No final do século XIX, é aplicada a política higienista, caracterizada pela derrubada dos morros, com conseqüente aterro dos alagadiços, alargamento das ruas, criação de cemitérios, derrubada dos cortiços, ocupação da Zona Sul. É nesse período que ocorre o surgimento das primeiras favelas.

O Rio de Janeiro no início do século XX apresenta as novas contradições do espaço, prosseguindo na República, com as enormes obras de remodelação e saneamento – reformas urbanas de Pereira Passos, Osvaldo Cruz, Paulo de Frontin, Carlos Sampaio e Henrique Dodsworth, continuadores em escala gigantesca da urbanização sistematizada pelos vice-reis. Veremos que, nos últimos 100 anos hábitos e costumes, desejos e tendências, o pensar e o sentir da coletividade, tudo se modificou ao contato da Cultura. Acelerada pela técnica, pela ciência e pelas artes, a evolução passa a revolução (ABREU, 1987).

Pereira Passos (prefeito Bota Abaixo) 1902-1906, caracterizado pelo surgimento dos subúrbios em conseqüência das reformas no centro da cidade, representa um momento de corte fundamental na relação entre Estado e Urbano. Até então, essa relação havia sido indireta, limitando-se o Estado a regular, controlar, estimular ou proibir iniciativas que partiam exclusivamente da esfera privada, que se constituía assim na mola mestra de crescimento da cidade. A intervenção direta do Estado sobre o Urbano – caracterizada pela

Reforma Passos – não só modificou definitivamente essa relação, como alterou substancialmente o padrão de evolução urbana que seria seguido pela cidade no século XX.

Num primeiro momento, a intervenção direta do Estado sobre o Urbano levou à transformação acelerada da cidade, tanto em termos da aparência (morfologia urbana) como de conteúdo (separação de usos e de classes sociais no espaço). Em longo prazo, entretanto, as conseqüências foram ainda maiores. Com efeito, atuando diretamente sobre um espaço cada vez mais dividido entre bairros burgueses e bairros proletários, e privilegiando apenas os primeiros na dotação de seus recursos, o Estado veio a acelerar o processo de estratificação espacial que já era característico da cidade desde o século XIX, contribuindo assim para a consolidação de uma estrutura núcleo/periferia que perdura até hoje.

O modelo do Rio, que se estratificou no século XX, tende a ser o de uma metrópole de núcleo hipertrofiado, concentrador da maioria da renda e dos recursos urbanísticos disponíveis, cercado por estratos urbanos periféricos cada vez mais carentes de serviços e de infra-estrutura à medida em que se afastam do núcleo, e servindo de moradia e de local de exercício de algumas outras atividades às grandes massas de população de baixa renda (ABREU, 1987).

Capítulo 3

Parâmetros ambientais

A preservação da qualidade das águas é uma necessidade universal que exige séria atenção por parte das autoridades sanitárias e órgãos de saneamento, particularmente em relação aos mananciais e água de consumo, visto que sua contaminação por excretas de origem humana ou animal pode torná-los um veículo de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias. Por isso, impõem-se a necessidade de exames rotineiros das mesmas para avaliação de sua qualidade do ponto de vista microbiológico e físico-químico.

3.1 SIGNIFICADO AMBIENTAL DOS PARÂMETROS

3.1.1 PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS

Segundo a APHA (1995), os principais parâmetros físico-químicos utilizados para analisar a qualidade o consumo humano são:

A **Condutividade Elétrica** da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions e pela temperatura. As principais fontes dos sais de origem antropogênica naturalmente contidos nas águas são: descargas industriais de sais, consumo de sal em residências e no comércio, excreções de sais pelo homem e por animais.

A **Condutividade** fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade específica da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água.

A **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)** é definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas, isto é, avalia a quantidade de oxigênio dissolvido, em mg/L, que será consumida pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é freqüentemente usado e referido como DBO_{5,20}.

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizadas nas estações de tratamento de água.

A **Demanda Química de Oxigênio (DQO)** é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor e em primeiro lugar, orientando o teste da DBO. A análise da DQO é útil para detectar a presença de substâncias resistentes à degradação biológica. O aumento da concentração da DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

Os **Fenóis** são compostos orgânicos oriundos, nos corpos d'água principalmente dos despejos industriais. São compostos tóxicos aos organismos aquáticos em concentrações bastante baixas, e afetam o sabor dos peixes e a aceitabilidade das águas. O contato com a pele provoca lesões irritativas e após ingestão podem ocorrer lesões cáusticas na boca, faringe, esôfago e estômago, manifestadas por dores intensas, náuseas, vômitos e diarréias, podendo ser fatal. Após absorção, tem ação lesiva sobre o sistema nervoso podendo ocasionar cefaléia, paralisias, tremores, convulsões e coma.

O **Fósforo** é originado naturalmente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica. O aporte antropogênico é oriundo dos despejos domésticos e industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. A presença de fósforo nos corpos d'água desencadeia o desenvolvimento de algas ou de plantas aquáticas indesejáveis, principalmente em reservatórios ou corpos d'água parada, podendo conduzir ao processo de eutrofização.

O **Nitrogênio Amoniacal** (*amônia*) é uma substância tóxica não persistente e não cumulativa. Sua concentração, que normalmente é baixa, não causa nenhum dano fisiológico

aos seres humanos e animais. Grandes quantidades de amônia podem causar sufocamento de peixes.

O **Nitrato** é a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas. Concentrações de nitratos superiores a 5mg/L demonstram condições sanitárias inadequadas, pois as principais fontes de nitrogênio nitrato são dejetos humanos e animais. Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença destes e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado, processo denominado de eutrofização.

Este íon geralmente ocorre em baixos teores nas águas superficiais, mas pode atingir altas concentrações em águas profundas. O seu consumo por meio das águas de abastecimento está associado a dois efeitos adversos à saúde: a indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (Bouchard *et al.*, 1992).

O desenvolvimento da metemoglobinemia a partir do nitrato nas águas potáveis depende da conversão bacteriana deste para nitrito durante a digestão, o que pode ocorrer na saliva e no trato gastrointestinal (AWWA, 1990).

O **Nitrito** é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades diminutas nas águas superficiais, pois o nitrito é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária. O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio. A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica.

Altos teores de nitrito na circulação sangüínea podem ter vários efeitos na saúde humana, como a diminuição da pressão sangüínea, devido sua conhecida propriedade vasodilatador (BOINK & SPEIJERS, 2001).

O **Oxigênio Dissolvido** é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. Através da medição do teor de oxigênio dissolvido os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática.

O **pH** (potencial hidrogeniônico) define o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução. Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em conseqüência, alterações bruscas do pH de uma água podem resultar no desaparecimento dos organismos presentes na mesma.

Os valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão do sistema de distribuição de água, ocorrendo, assim, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a descontaminação das águas.

O **Cádmio** possui uma grande mobilidade em ambientes aquáticos, é bioacumulativo, isto é, acumula-se em organismos aquáticos podendo, assim entrar na cadeia alimentar, e persistente no ambiente. Está presente em águas doces em concentrações traços, geralmente inferiores a 1 mg/L. Pode ser liberado para o ambiente através da queima de combustíveis fósseis e também é utilizado na produção de pigmentos, baterias, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes, acessórios fotográficos, praguicidas etc.

Em pequenas doses afeta os órgãos reprodutores de alguns animais. No homem, provoca irritação gastrintestinal com ocorrência de vômitos, ataca a medula óssea conseqüentemente redução dos glóbulos vermelhos gerando anemia, causa hipertensão, doenças cardiovasculares, diminuição da massa óssea, retardo do crescimento em crianças, prejudica a capacidade excretora dos rins.

É um subproduto da mineração do zinco. O elemento e seus compostos são considerados potencialmente carcinogênicos e podem ser fatores para vários processos patológicos no homem, incluindo disfunção renal, arteriosclerose, doenças crônicas em idosos e câncer.

Em sistemas aquáticos, o comportamento de compostos de **Chumbo** é determinado principalmente pela hidrossolubilidade. Concentrações de chumbo acima de 0,1mg/L inibem a oxidação bioquímica de substâncias orgânicas, e são prejudiciais para os organismos aquáticos inferiores. Concentrações de chumbo entre 0,2 e 0,5mg/L empobrecem a fauna, e a partir de 0,5mg/L, a nitrificação é inibida na água. A queima de combustíveis fósseis é uma das principais fontes, além da sua utilização como aditivo anti-impacto na gasolina. O chumbo é uma substância tóxica cumulativa. Uma intoxicação crônica por este metal pode levar a uma doença denominada saturnismo, que ocorre, na maioria das vezes, em trabalhadores expostos ocupacionalmente. Outros sintomas de uma exposição crônica ao chumbo, quando o efeito ocorre no sistema nervoso central, são: tontura, irritabilidade, dor de cabeça, perda de memória, entre outros. Quando o efeito ocorre no sistema periférico, o

sintoma é a deficiência dos músculos extensores. A toxicidade do chumbo, quando aguda, é caracterizado por sede intensa, sabor metálico, inflamação gastrintestinal, vômitos e diarreias.

As fontes de **Cobre** para o meio ambiente incluem corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir de usos agrícolas do cobre como fungicida e pesticida no tratamento de solos e efluentes, além de precipitação atmosférica de fontes industriais.

As principais fontes industriais são as indústrias de mineração, fundição, refinaria de petróleo e têxtil. No homem, a ingestão de doses excessivamente altas pode acarretar em irritação e corrosão de mucosas, danos capilares generalizados, problemas hepáticos e renais e irritação do sistema nervoso central seguido de depressão.

O **Cromo** está presente nas águas nas formas tri (III) e hexavalente (VI). Na forma trivalente, o cromo é essencial ao metabolismo humano e, sua carência, causa doenças. Já na forma hexavalente, é tóxico e cancerígeno. Assim sendo, os limites máximos são estabelecidos basicamente em função do cromo hexavalente. Os organismos aquáticos inferiores podem ser prejudicados por concentrações de cromo acima de 0,1mg/L, enquanto o crescimento de algas já está sendo inibido no âmbito de concentrações de cromo entre 0,03 e 0,032mg/L.

O cromo, como outros metais, acumula-se nos sedimentos. É comumente utilizado em aplicações industriais e domésticas, como na produção de alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel e fotografia.

O **Ferro** aparece, normalmente, da dissolução de compostos do solo e dos despejos industriais. O ferro, em quantidade adequada, é essencial ao sistema bioquímico das águas, podendo, em grandes quantidades, se tornar nocivo, dando sabor e cor desagradáveis à água, além de elevar a dureza, tornando-a inadequada ao uso doméstico e industrial. Sua presença na água pode causar vômitos e problemas no fígado e nos rins.

O **Manganês** é utilizado na fabricação de ligas metálicas e baterias, e, na indústria química, em tintas, vernizes, fogos de artifícios e fertilizantes, entre outros. Sua presença, em quantidades excessivas, é indesejável em mananciais de abastecimento público devido ao seu efeito no sabor, no tingimento de instalações sanitárias, no aparecimento de manchas nas roupas lavadas e no acúmulo de depósitos em sistemas de distribuição. A água potável contaminada com manganês pode causar a doença denominada manganismo, com sintomas similares aos vistos em mineradores de manganês ou trabalhadores de plantas de aço.

O **Mercúrio** possui como fontes antropogênicas as indústrias cloro-álcali de células de mercúrio, vários processos de mineração e fundição, efluentes de estações de tratamento de esgotos, fabricação de certos produtos odontológicos e farmacêuticos, indústrias de tintas, dentre outras.

O mercúrio prejudica o poder de autodepuração das águas a partir de uma concentração de apenas 18µg/L. Este pode ser adsorvido em sedimentos e em sólidos em suspensão. O metabolismo microbiano é perturbado pelo mercúrio através de inibição enzimática.

O peixe é um dos maiores contribuintes para a carga de mercúrio no corpo humano, sendo que o mercúrio mostra-se mais tóxico na forma de compostos organometálicos, como metil-mercúrio. A intoxicação aguda pelo mercúrio, no homem, é caracterizada por náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia, danos nos ossos e morte. A intoxicação crônica afeta glândulas salivares, rins e altera as funções psicológicas e psicomotoras.

O **Níquel** contribui para o meio ambiente queimando combustíveis fósseis. Além disso, as principais fontes são as atividades de mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas, indústrias de eletrodeposição e, as fontes secundárias como a fabricação de alimentos, artigos de panificadoras, refrigerantes e sorvetes aromatizados.

Doses elevadas de níquel podem causar alergias, náuseas, vômitos e, nos indivíduos mais sensíveis, afetar nervos cardíacos e respiratórios. O níquel acumula-se no sedimento, em musgos e plantas aquáticas superiores.

O **Zinco** é oriundo de processos naturais e antropogênicos, dentre os quais se destacam a produção de zinco primário, combustão de madeira, incineração de resíduos, siderurgias, cimento, concreto, cal e gesso, indústrias têxteis, termoeletricas e produção de vapor, além dos efluentes domésticos. Alguns compostos orgânicos de zinco são aplicados como pesticidas. O zinco, por ser um elemento essencial para o ser humano, só se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito altas, levando a perturbações do trato gastrointestinal.

3.1.2 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

A pesquisa de microrganismos patogênicos na água requer procedimento complexo e longo tempo para obtenção de resultados, o que inviabiliza sua aplicação de rotina, além de que normalmente ocorrem em número reduzido e sua chegada à água é intermitente. Portanto,

para a avaliação de sua qualidade, do ponto de vista bacteriológico, é imprescindível a utilização de organismos indicadores de contaminação fecal.

Coliformes Totais

Segundo a Portaria 518/GM de 23/03/2004 - MS, os coliformes são definidos como bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativa, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo;

O grupo de coliformes totais constitui-se em um grande grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente.

Escherichia coli

Escherichia Coli - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos;

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicativo da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera.

3.2 DADOS DESCRITIVOS DA REGIÃO EM ESTUDO

São apresentados, a seguir, dados descritivos da região de estudo que ressaltam a evolução urbana, possibilitando, assim, analisar e conhecer melhor o local de estudo. Os métodos propostos para análise ambiental utilizam, em geral, as etapas clássicas de levantamento, interpretação e síntese das informações. Relaciona-se a seguir os principais tópicos integrantes do processo utilizado neste estudo de caso.

QUADRO 3. Bairro de Bonsucesso – Domicílios Particulares por Tipo de abastecimento de Água, em um universo de 6.883 domicílios, com 19.298 habitantes.

Tipo de Abastecimento de Água	Porcentagem de Domicílios
Rede Geral Canalizada até o Domicílio (2000)	98,69
Rede Geral Canalizada até a Propriedade (2000)	1,21
Poço Canalizado até o Domicílio (2000)	0,00
Poço Canalizado até a Propriedade (2000)	0,00
Poço não Canalizado (2000)	0,02
Outra Forma (2000)	0,08

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 4. Bairro de Bonsucesso – Domicílios Particulares por Tipo de Esgotamento Sanitário, em um universo de 6.883 domicílios, com 19. 298 habitantes.

Tipo de Esgotamento Sanitário	Porcentagem de Domicílios
Rede Geral (2000)	98,03
Fossa Séptica (2000)	1,76
Fossa Rudimentar (2000)	0,03
Vala (2000)	0,00
Rio Lago Mar (2000)	0,00
Outro Escoadouro (2000)	0,00
Sem Esgotamento (2000)	0,18

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 5. Bairro do Complexo do Alemão – Domicílios Particulares por Tipo de abastecimento de Água, em um universo de 18.245 domicílios, com 65.026 habitantes.

Tipo de Abastecimento de Água	Porcentagem de Domicílios
Rede Geral Canalizada até o Domicílio (2000)	92,27
Rede Geral Canalizada até a Propriedade (2000)	5,63
Poço Canalizado até o Domicílio (2000)	0,05
Poço Canalizado até a Propriedade (2000)	0,04
Poço não Canalizado (2000)	0,16
Outra Forma (2000)	1,84

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 6. Bairro do Complexo do Alemão – Domicílios Particulares por Tipo de Esgotamento Sanitário, em um universo de 18.245 domicílios, com 65.026 habitantes.

Tipo de Esgotamento Sanitário	Porcentagem de Domicílios
Rede Geral (2000)	84,27
Fossa Séptica (2000)	4,14
Fossa Rudimentar (2000)	0,65
Vala (2000)	9,96
Rio Lago Mar (2000)	0,01
Outro Escoadouro (2000)	0,12
Sem Esgotamento (2000)	0,86

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 7. Bairro de Cordovil – Domicílios Particulares por Tipo de abastecimento de Água, em um universo de 14.197 domicílios, com 46.533 habitantes.

Tipo de Abastecimento de Água	Porcentagem de Domicílios
Rede Geral Canalizada até o Domicílio (2000)	97,00
Rede Geral Canalizada até a Propriedade (2000)	0,66
Poço Canalizado até o Domicílio (2000)	0,54
Poço Canalizado até a Propriedade (2000)	0,01
Poço não Canalizado (2000)	0,11
Outra Forma (2000)	1,67

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 8. Bairro de Cordovil– Domicílios Particulares por Tipo de Esgotamento Sanitário, em um universo de 14.197 domicílios, com 46.533 habitantes.

Tipo de Esgotamento Sanitário	Porcentagem de Domicílios
Rede Geral (2000)	94,60
Fossa Séptica (2000)	1,64
Fossa Rudimentar (2000)	0,55
Vala (2000)	0,17
Rio Lago Mar (2000)	2,32
Outro Escoadouro (2000)	0,09
Sem Esgotamento (2000)	0,64

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 9. Bairro de Jardim América – Domicílios Particulares por Tipo de abastecimento de Água, em um universo de 7.791 domicílios, com 25.946 habitantes.

Tipo de Abastecimento de Água	Percentagem de Domicílios
Rede Geral Canalizada até o Domicílio (2000)	99,17
Rede Geral Canalizada até a Propriedade (2000)	0,30
Poço Canalizado até o Domicílio (2000)	0,10
Poço Canalizado até a Propriedade (2000)	0,03
Poço não Canalizado (2000)	0,04
Outra Forma (2000)	0,36

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 10. Bairro de Jardim América – Domicílios Particulares por Tipo de Esgotamento Sanitário, em um universo de 7.791 domicílios, com 25.946 habitantes.

Tipo de Esgotamento Sanitário	Percentagem de Domicílios
Rede Geral (2000)	70,33
Fossa Séptica (2000)	23,10
Fossa Rudimentar (2000)	0,01
Vala (2000)	0,05
Rio Lago Mar (2000)	6,29
Outro Escoadouro (2000)	0,09
Sem Esgotamento (2000)	0,13

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 11. Bairro de Irajá – Domicílios Particulares por Tipo de abastecimento de Água, em um universo de 30.725 domicílios, com 99.236 habitantes.

Tipo de Abastecimento de Água	Porcentagem de Domicílios
Rede Geral Canalizada até o Domicílio (2000)	98,38
Rede Geral Canalizada até a Propriedade (2000)	1,21
Poço Canalizado até o Domicílio (2000)	0,03
Poço Canalizado até a Propriedade (2000)	0,01
Poço não Canalizado (2000)	0,01
Outra Forma (2000)	0,37

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 12. Bairro de Irajá – Domicílios Particulares por Tipo de Esgotamento Sanitário, em um universo de 30.725 domicílios, com 99.236 habitantes.

Tipo de Esgotamento Sanitário	Porcentagem de Domicílios
Rede Geral (2000)	88,68
Fossa Séptica (2000)	9,95
Fossa Rudimentar (2000)	0,51
Vala (2000)	0,04
Rio Lago Mar (2000)	0,46
Outro Escoadouro (2000)	0,04
Sem Esgotamento (2000)	0,32

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 13. Bairro de Brás de Pina – Domicílios Particulares por Tipo de abastecimento de Água, em um universo de 18.067 domicílios, com 59.389 habitantes.

Tipo de Abastecimento de Água	Percentagem de Domicílios
Rede Geral Canalizada até o Domicílio (2000)	98,02
Rede Geral Canalizada até a Propriedade (2000)	0,36
Poço Canalizado até o Domicílio (2000)	0,12
Poço Canalizado até a Propriedade (2000)	0,00
Poço não Canalizado (2000)	0,00
Outra Forma (2000)	1,50

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 14. Bairro de Brás de Pina – Domicílios Particulares por Tipo de Esgotamento Sanitário, em um universo de 18.067 domicílios, com 59.389 habitantes.

Tipo de Esgotamento Sanitário	Percentagem de Domicílios
Rede Geral (2000)	96,13
Fossa Séptica (2000)	2,67
Fossa Rudimentar (2000)	0,08
Vala (2000)	0,46
Rio Lago Mar (2000)	0,17
Outro Escoadouro (2000)	0,05
Sem Esgotamento (2000)	0,43

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 15: Bairro de Olaria – Domicílios Particulares por Tipo de abastecimento de Água, em um universo de 19.469 domicílios, com 62.509 habitantes.

Tipo de Abastecimento de Água	Percentagem de Domicílios
Rede Geral Canalizada até o Domicílio (2000)	98,58
Rede Geral Canalizada até a Propriedade (2000)	0,93
Poço Canalizado até o Domicílio (2000)	0,01
Poço Canalizado até a Propriedade (2000)	0,00
Poço não Canalizado (2000)	0,01
Outra Forma (2000)	0,47

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 16: Bairro de Olaria– Domicílios Particulares por Tipo de Esgotamento Sanitário, em um universo de 19.469 domicílios, com 62.509 habitantes.

Tipo de Esgotamento Sanitário	Percentagem de Domicílios
Rede Geral (2000)	96,63
Fossa Séptica (2000)	1,86
Fossa Rudimentar (2000)	0,07
Vala (2000)	1,01
Rio Lago Mar (2000)	0,01
Outro Escoadouro (2000)	0,07
Sem Esgotamento (2000)	0,36

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 17: Bairro da Maré – Domicílios Particulares por Tipo de abastecimento de Água, em um universo de 33.211 domicílios, com 113.807 habitantes.

Tipo de Abastecimento de Água	Percentagem de Domicílios
Rede Geral Canalizada até o Domicílio (2000)	96,89
Rede Geral Canalizada até a Propriedade (2000)	2,98
Poço Canalizado até o Domicílio (2000)	0,02
Poço Canalizado até a Propriedade (2000)	0,01
Poço não Canalizado (2000)	0,01
Outra Forma (2000)	0,09

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 18: Bairro da Maré – Domicílios Particulares por Tipo de Esgotamento Sanitário, em um universo de 33.211 domicílios, com 113.807 habitantes.

Tipo de Esgotamento Sanitário	Percentagem de Domicílios
Rede Geral (2000)	90,53
Fossa Séptica (2000)	6,04
Fossa Rudimentar (2000)	0,02
Vala (2000)	2,13
Rio Lago Mar (2000)	0,84
Outro Escoadouro (2000)	0,03
Sem Esgotamento (2000)	0,40

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 19: Bairro da Penha Circular – Domicílios Particulares por Tipo de Abastecimento de Água, em um universo de 15.814 domicílios, com 51.113 habitantes.

Tipo de Abastecimento de Água	Percentagem de Domicílios
Rede Geral Canalizada até o Domicílio (2000)	98,67
Rede Geral Canalizada até a Propriedade (2000)	0,90
Poço Canalizado até o Domicílio (2000)	0,00
Poço Canalizado até a Propriedade (2000)	0,00
Poço não Canalizado (2000)	0,02
Outra Forma (2000)	0,41

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 20: Bairro da Penha Circular – Domicílios Particulares por Tipo de Esgotamento Sanitário, em um universo de 15.814 domicílios, com 51.113 habitantes.

Tipo de Esgotamento Sanitário	Percentagem de Domicílios
Rede Geral (2000)	95,89
Fossa Séptica (2000)	0,54
Fossa Rudimentar (2000)	0,11
Vala (2000)	2,99
Rio Lago Mar (2000)	0,03
Outro Escoadouro (2000)	0,03
Sem Esgotamento (2000)	0,42

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 21: Bairro da Penha – Domicílios Particulares por Tipo de Abastecimento de Água, em um universo de 22.347 domicílios, com 72.692 habitantes.

Tipo de Abastecimento de Água	Percentagem de Domicílios
Rede Geral Canalizada até o Domicílio (2000)	95,47
Rede Geral Canalizada até a Propriedade (2000)	3,50
Poço Canalizado até o Domicílio (2000)	0,00
Poço Canalizado até a Propriedade (2000)	0,02
Poço não Canalizado (2000)	0,02
Outra Forma (2000)	0,99

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 22: Bairro da Penha – Domicílios Particulares por Tipo de Esgotamento Sanitário, em um universo de 22.347 domicílios, com 72.692 habitantes.

Tipo de Esgotamento Sanitário	Percentagem de Domicílios
Rede Geral (2000)	97,79
Fossa Séptica (2000)	1,24
Fossa Rudimentar (2000)	0,04
Vala (2000)	0,55
Rio Lago Mar (2000)	0,00
Outro Escoadouro (2000)	0,01
Sem Esgotamento (2000)	0,36

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 23: Bairro de Manguinhos – Domicílios Particulares por Tipo de abastecimento de Água, em um universo de 8.942 domicílios, com 31.059 habitantes.

Tipo de Abastecimento de Água	Percentagem de Domicílios
Rede Geral Canalizada até o Domicílio (2000)	91,92
Rede Geral Canalizada até a Propriedade (2000)	0,77
Poço Canalizado até o Domicílio (2000)	0,00
Poço Canalizado até a Propriedade (2000)	0,00
Poço não Canalizado (2000)	0,03
Outra Forma (2000)	7,27

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

QUADRO 24: Bairro de Manguinhos – Domicílios Particulares por Tipo de Esgotamento Sanitário, em um universo de 8.942 domicílios, com 31.059 habitantes.

Tipo de Esgotamento Sanitário	Percentagem de Domicílios
Rede Geral (2000)	78,53
Fossa Séptica (2000)	3,92
Fossa Rudimentar (2000)	6,27
Vala (2000)	3,78
Rio Lago Mar (2000)	6,46
Outro Escoadouro (2000)	0,30
Sem Esgotamento (2000)	0,73

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2000

Capítulo 4

Metodologia

Devido à preocupação com a deterioração ambiental urbana da Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição, efetuou-se neste trabalho, pesquisas bibliográficas e documentais sobre suas funções, usos e legislações vigentes, a fim de esclarecer a importância e proteção legal do ecossistema, identificar os impactos causados pelas atividades humanas e analisar a qualidade ambiental urbana, para ao final sugerir algumas recomendações necessárias e imediatas à sua possível sustentabilidade.

4.1 MODELO DE ESTUDO

No que se refere ao modelo de estudo, esta pesquisa caracteriza-se por ser um estudo de caso, descritivo exploratório. Segundo GIL (1991), a pesquisa descritiva busca, prioritariamente, conhecer e interpretar as características de uma realidade. Para a análise dos principais processos, fenômenos e características da região estudada, serão utilizadas todas as formas de representações necessárias, tais como quadros, gráficos, tabelas, mapas e fotos, acompanhadas de informações escritas não passíveis de representação gráfica ou mapeamento.

4.2 MÉTODOS DE PESQUISA

Segundo PIMENTEL & CORDEIRO (1998), a análise ambiental deve ser considerada como uma ação de planejamento territorial, sendo composta por três fases principais: diagnóstico, prognóstico e aplicação. O autor descreve uma seqüência de atividades para uma análise integrada dos problemas ambientais.

- levantamento de dados, cobrindo grupos de atividades e evitando detalhar informações não direcionadas ao interesse da pesquisa; cada levantamento temático deve ser

desenvolvido com certa independência e individualidade, porém sempre levando em conta sua destinação na síntese final;

- interpretação ou análise dos dados, com geração de gráficos, tabelas e mapas;
- síntese dos dados, representada pela integração dos temas levantados por meio da definição dos impactos ambientais e das fragilidades do ambiente natural.

4.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Os métodos propostos para análise ambiental utilizam, em geral, as etapas clássicas de levantamento, interpretação e síntese das informações. Relaciona-se a seguir os principais tópicos integrantes do processo utilizado neste estudo de caso.

Foram realizadas pesquisas bibliográficas e documentais, abordando os aspectos sócio-econômicos e culturais da Bacia Hidrográfica da Leopoldina. Estas pesquisas envolveram aspectos físicos e antrópicos, apresentando um pequeno histórico da colonização, da cultura e da evolução urbana, com o objetivo de salientar a importância ambiental da área analisada e conhecer melhor o local de estudo.

A partir destas colocações, entende-se que a análise ambiental urbana em questão deve identificar a disposição das atividades humanas sobre o território, mostrando a qualidade dos recursos naturais e os principais impactos ou problemas ambientais que emergem da exploração dos recursos.

4.4. ANÁLISE DOS ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em 07/07/2004, PARECER nº 40/40, com base nas normas estabelecidas pela Resolução 196/96 Ensp-Fiocruz, que trata de pesquisa envolvendo seres humanos.

O desenvolvimento do estudo, formulado com caráter exploratório foi obtido através de dados secundários disponibilizados para livre utilização em pesquisas, da Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (FEEMA), dados de saúde – Secretaria Estadual de Saúde do Rio de Janeiro (base 2000, 2001, 2002 e 2003), consultas na *internet*, artigos e teses de mestrado e doutorado citados.

Capítulo 5

Resultados e Discussão

O ecossistema ou sistema ecológico é formado por dois elementos: a biocenose, que é o conjunto das populações que exploram um território ou espaço geográfico e o biótopo, que é o local que contém recursos suficientes para abrigar as populações. As condições geográficas de cada região terrestre influenciam os tipos de comunidade que nela se desenvolvem.

Não apenas os microrganismos patogênicos necessitam de controle em águas destinadas ao abastecimento público ou à recreação, mas também muitas outras espécies de microrganismos aquáticos devem ser combatidos a fim de não prejudicar as características de potabilidade e balneabilidade dessas águas que, inicialmente, apresentavam-se ausentes de poluição.

5.1 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Foram analisados parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade de água, levando em conta os mais representativos (APHA, 2001; PORTARIA 518/2004, Resolução CONAMA 20/86) (ANEXO I), os quais são relatados a seguir:

- **Parâmetros Físico-químicos:** condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio de Kjeldhal total, nitrito, nitrato, fósforo total, cianetos, fenóis, cloretos, ferro, manganês, zinco, cádmio, arsênio, níquel, chumbo, cobre, cromo, mercúrio.
- **Parâmetros microbiológicos:** coliformes totais e *E.coli*.

5.1.1. PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

- **Parâmetros microbiológicos:** coliformes totais e *E. coli*.

As análises microbiológicas foram realizadas em cinco pontos da Bacia da Leopoldina, apresentando os seguintes resultados, segundo as **TABELAS** a seguir.

TABELA 1. Resultados microbiológicos encontrados na Baía de Guanabara (Ilha do Governador)

Coleta	Coliformes Totais/100 mL	E. C./100 mL
1	$3,7 \times 10^3$	$2,0 \times 10^2$
2	$4,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$
3	$2,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^2$
4	$2,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$

TABELA 2. Resultados microbiológicos encontrados na Micro-bacia de Ramos (Rio Ramos)

Coleta	Coliformes Totais/100 mL	E. C./100 mL
1	$6,7 \times 10^5$	$3,0 \times 10^4$
2	$4,0 \times 10^5$	$3,0 \times 10^4$
3	$1,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^5$
4	$7,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$

TABELA 3. Resultados microbiológicos encontrados na Micro-bacia de Irajá (Canal da Penha)

Coleta	Coliformes Totais/100 mL	E. C./100 mL
1	$5,7 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$
2	$5,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$
3	$2,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$
4	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$

TABELA 4. Resultados microbiológicos encontrados na Micro-bacia do Canal do Cunha (Rio Faria Timbó)

Coleta	Coliformes Totais/100 mL	E. C./100 mL
1	$7,0 \times 10^5$	$3,0 \times 10^4$
2	$5,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^3$
3	$6,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^3$
4	$2,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^3$

TABELA 5. Resultados microbiológicos encontrados na Micro-bacia Acari-Pavuna-Meriti (Rio Meriti)

Coleta	Coliformes Totais/100 mL	E. C./100 mL
1	$7,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^3$
2	$5,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^4$
3	$1,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^4$
4	$3,0 \times 10^5$	$8,0 \times 10^3$

Os resultados das análises microbiológicas demonstram quão degradadas estão as micro-bacias estudadas, estando todas fora dos padrões estabelecidos pela Portaria 518/2004. As tabelas nos mostram a situação em que os rios da Bacia hidrográfica da Leopoldina se encontram, podendo verificar que os rios são praticamente esgotos a céu aberto, estando fora dos padrões de potabilidade estipulados da Resolução 518/2004.

A presença de um grande número de microrganismos pertencentes a poucas espécies indica poluição na água. Por outro lado, a existência de poucos indivíduos, porém muito diversificados, constitui características de um ambiente natural não muito poluído. A primeira possibilidade se deve ao fato de que diferentes espécies se comportam de modo diverso com relação aos vários fatores de poluição, o que possibilita também o reconhecimento do tipo e grau de contaminação existente no meio, através da proporção relativa das diferentes espécies. Essa caracterização, por intermédio dos chamados organismos indicadores, tem grande valor para o biólogo ou sanitarista, uma vez que tais modificações da flora e da fauna persistem por tempo mais ou menos longo, após a supressão dos despejos, não havendo necessidade de detecção no próprio momento em que se dá a poluição, como sucede com processos químicos.

Os despejos orgânicos de origem doméstica ou industrial constituem um fator altamente seletivo quando introduzido num corpo d'água receptor (Von SPERLING, 1995).

Para cada tipo de organismo existe um certo grau de exigência em relação a cada elemento utilizado em seus processos vitais. Não constituirá problema o elemento existente no meio. Tornam-se problemas ecológicos para o organismo apenas os elementos que se encontram em quantidades limites, isto é, aquelas que se forem um pouco diminuídas não serão mais suficientes para permitir a vida do organismo naquele meio.

5.1.2. PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS

- **Parâmetros Físicos-químicos:** condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio de Kejdhal total, nitrito, nitrato, fósforo total, cianetos, fenóis, cloretos, ferro, manganês, zinco, cádmio, arsênio, níquel, chumbo, cobre, cromo, mercúrio.

As análises físico-químicas foram realizadas em cinco pontos da Bacia da Leopoldina, apresentando os seguintes resultados, segundo os gráficos a seguir.

GRÁFICO 1. Resultados de análises de condutividade

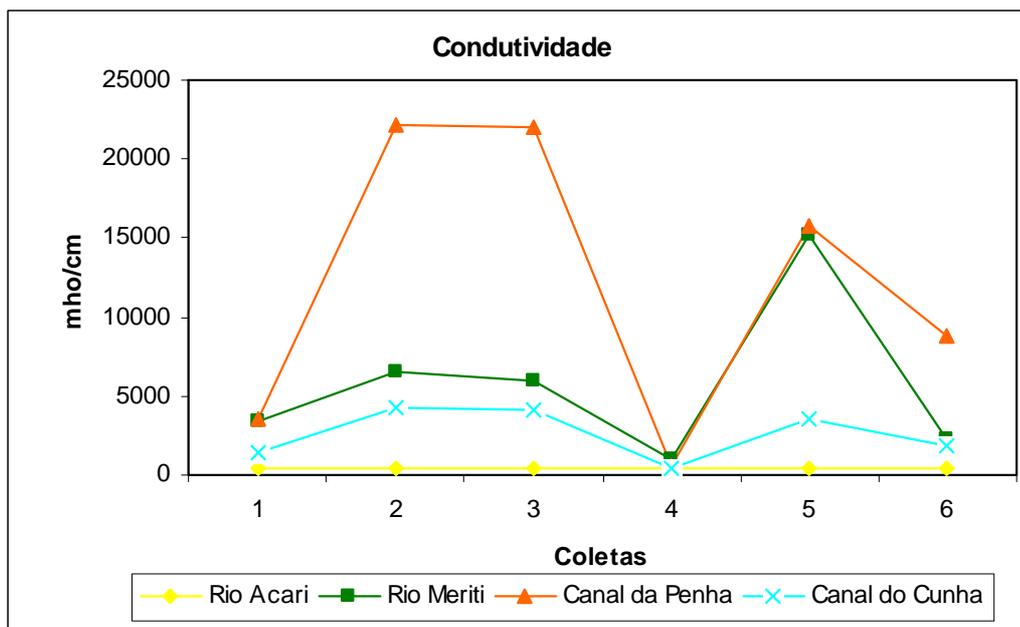


GRÁFICO 2. Resultados de análises de fenóis

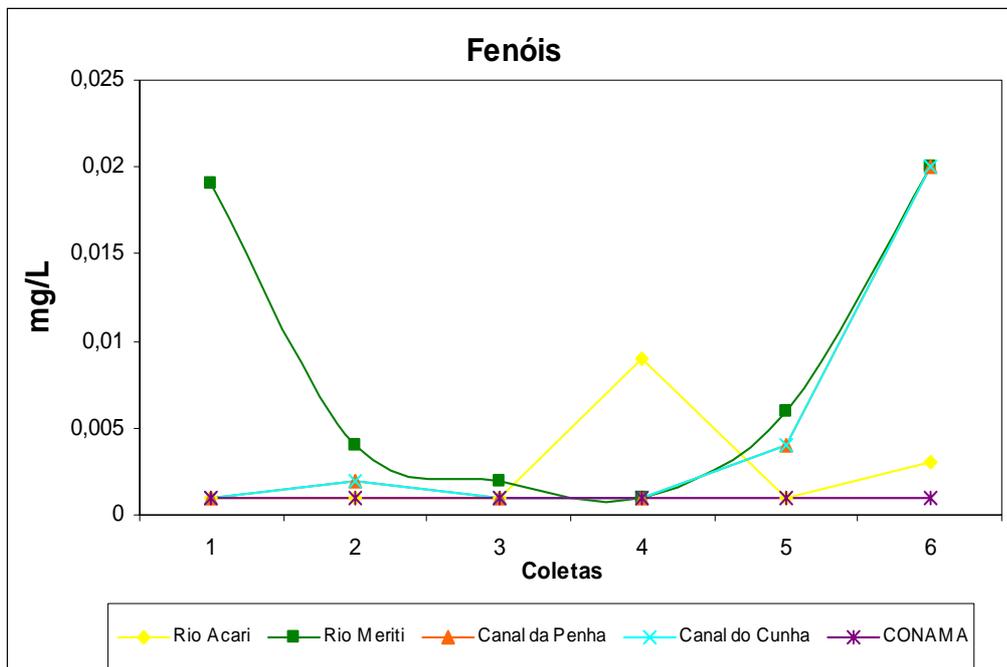


GRÁFICO 3. Resultados de análises de cianeto

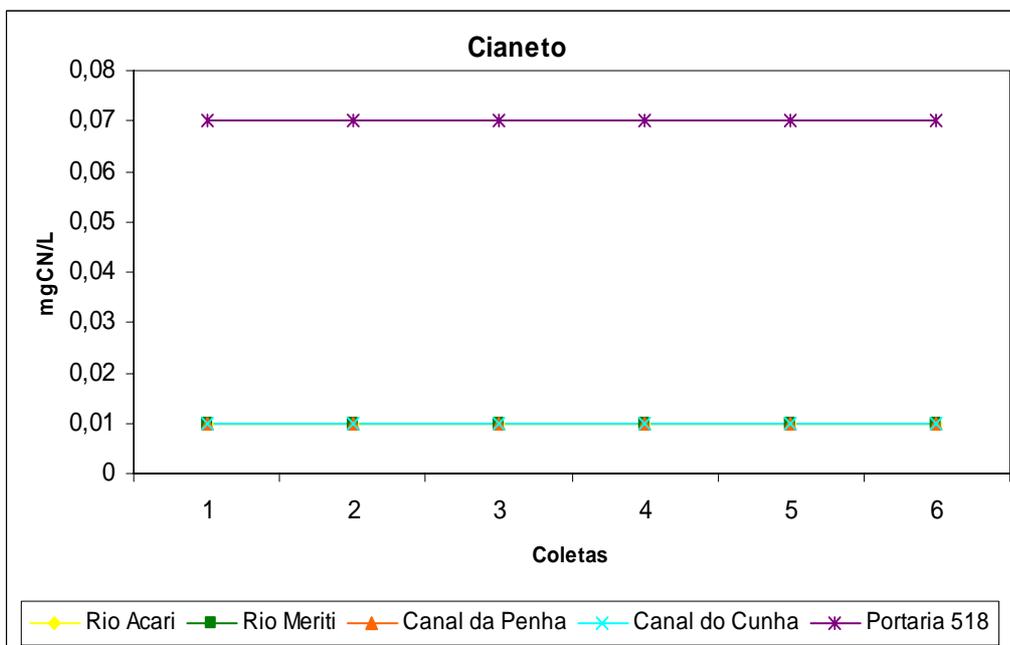


GRÁFICO 4. Resultados de análises de nitrito

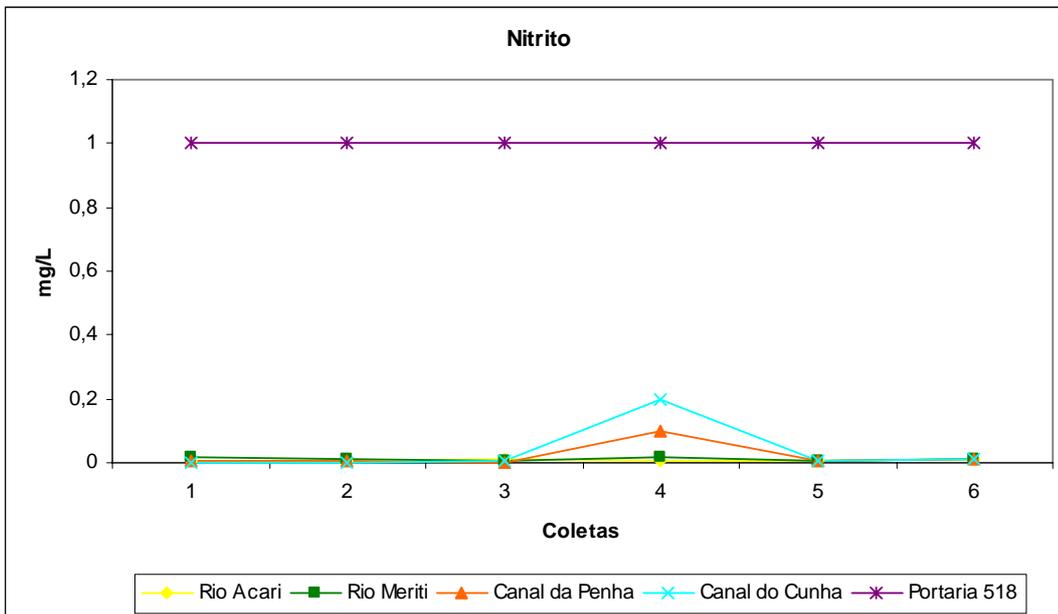


GRÁFICO 5. Resultados de análises de nitrato

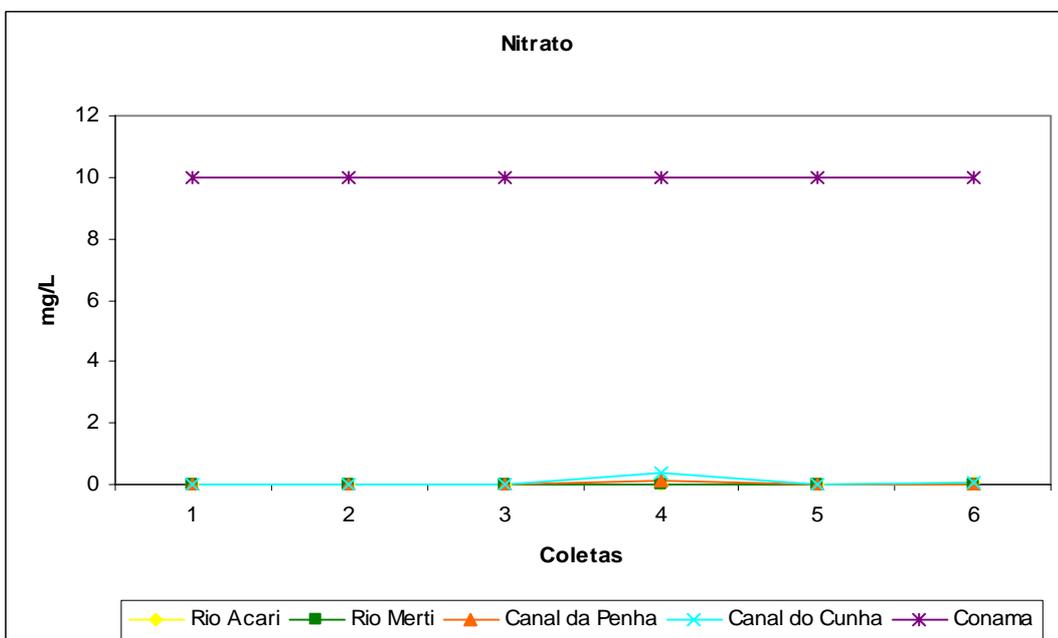


GRÁFICO 6. Resultados de análises de nitrogênio amoniacal

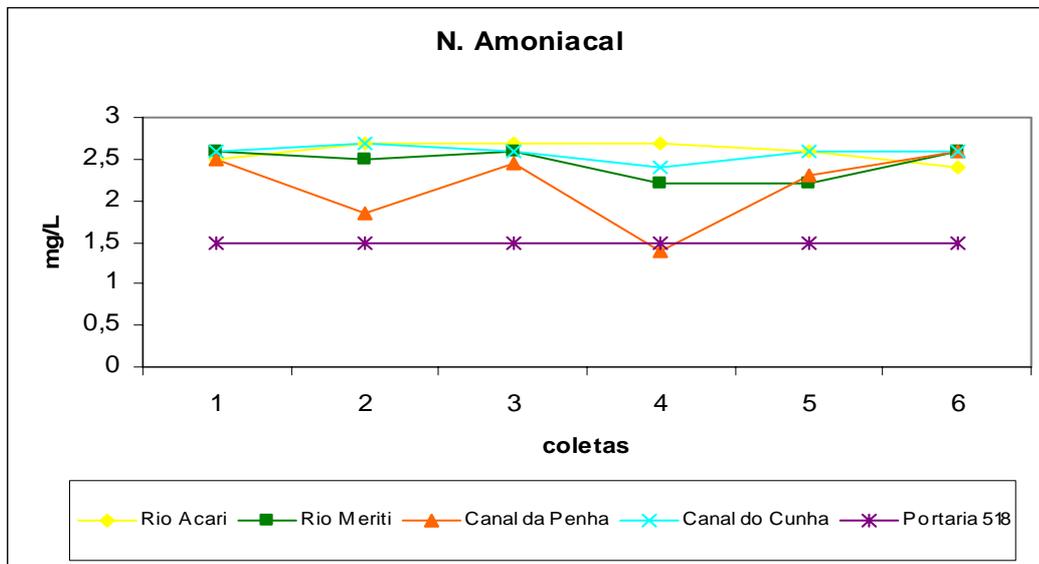


GRÁFICO 7. Resultados de análises de oxigênio dissolvido (O.D.)

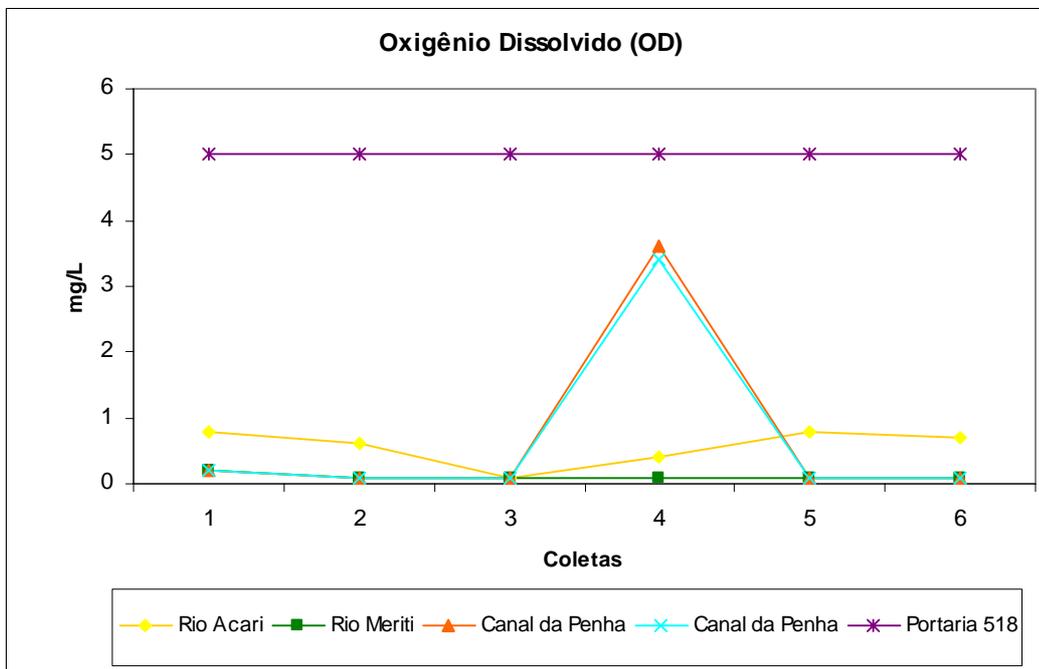


GRÁFICO 8. Resultados de análises de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

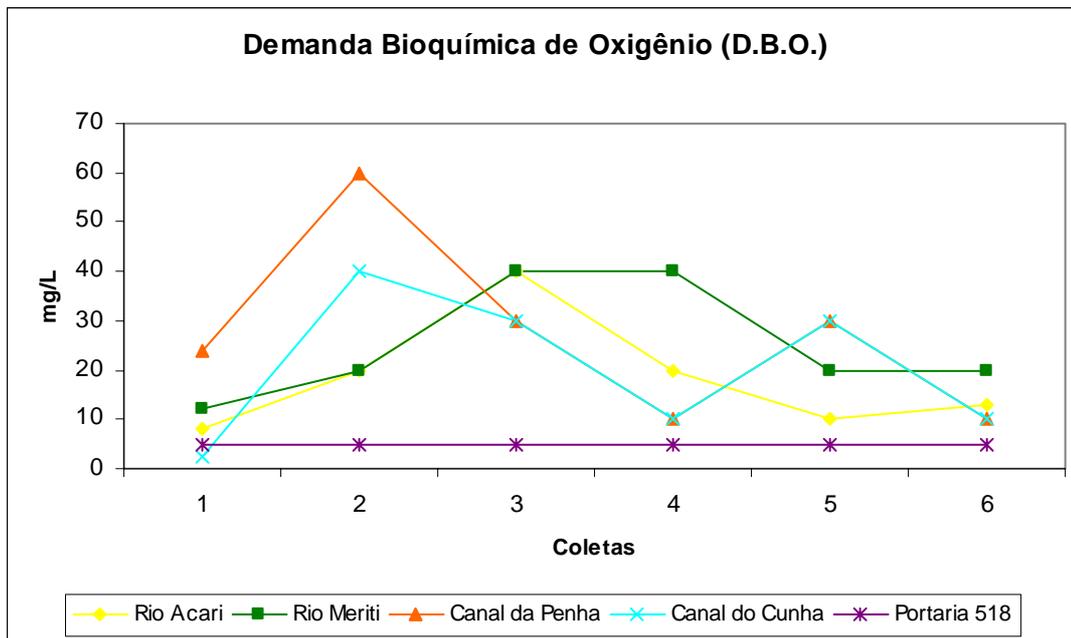


GRÁFICO 9. Resultados de análises de Demanda Química de Oxigênio

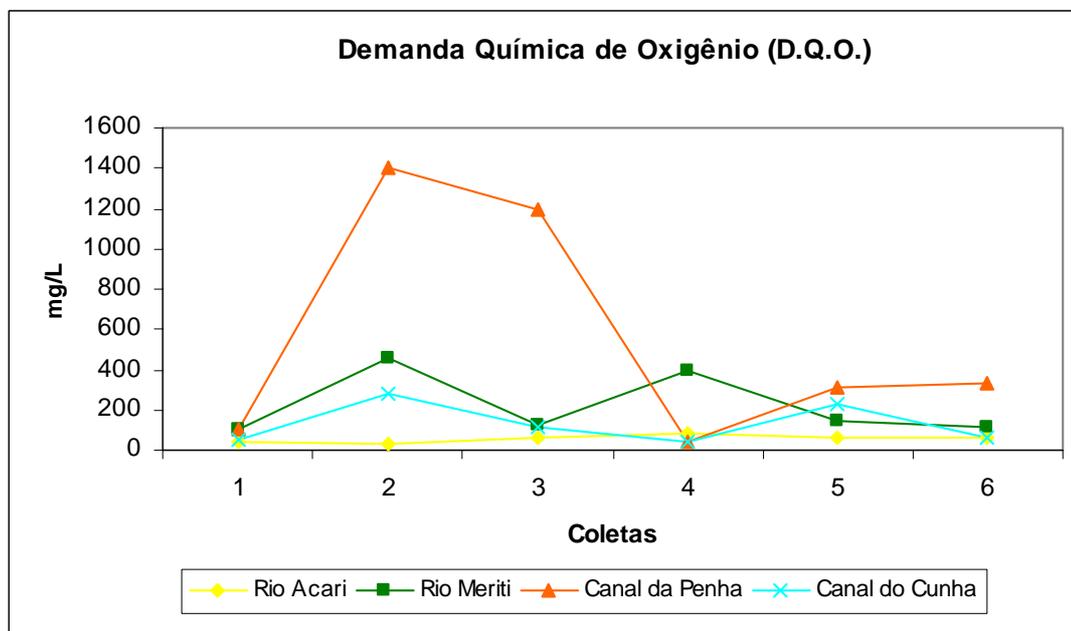


GRÁFICO 10. Resultados de análises de Fósforo Total

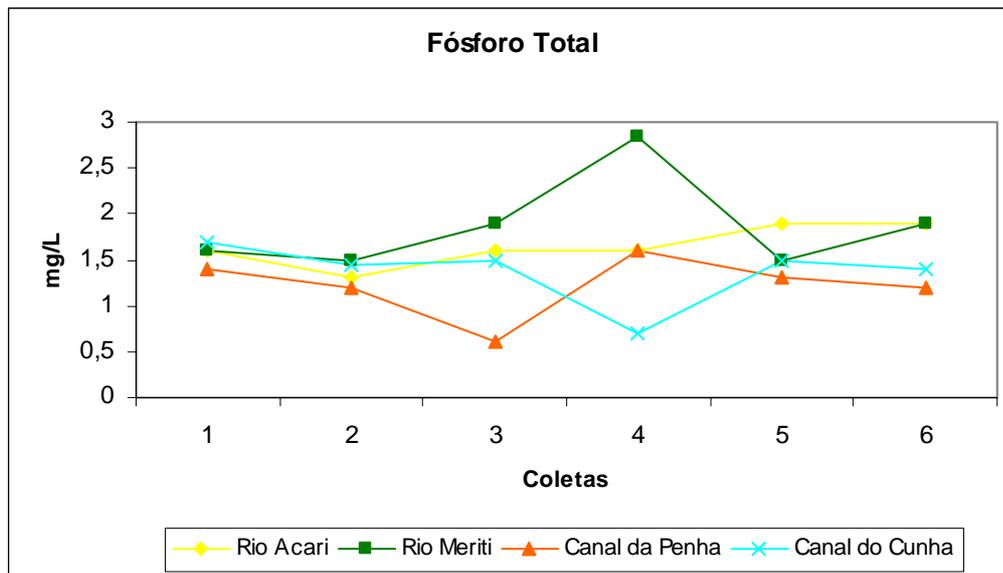


GRÁFICO 11. Resultados de análises de Cloreto

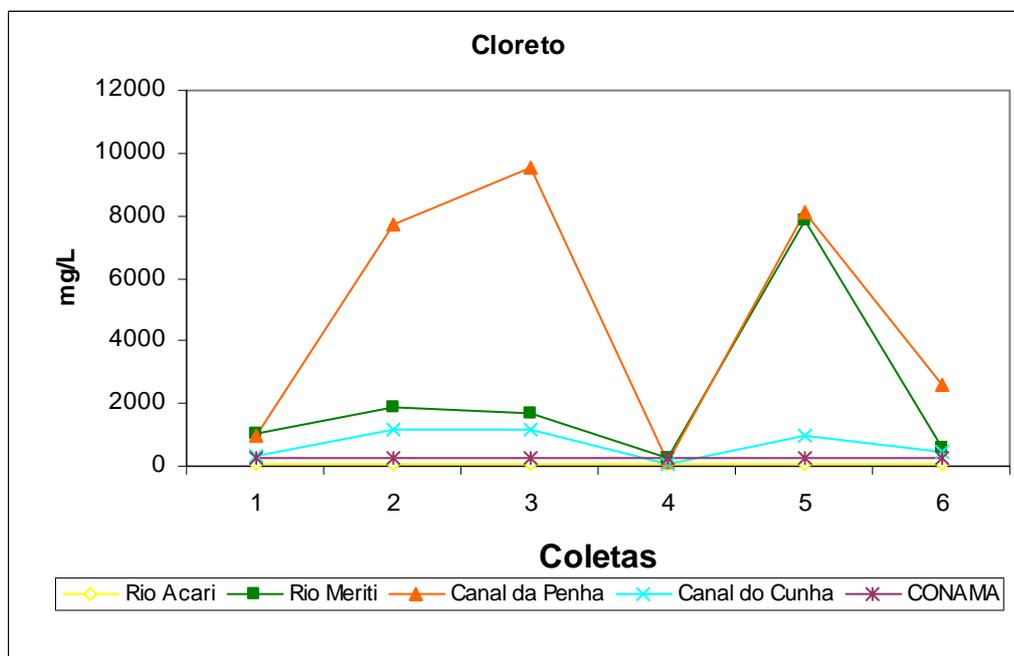


GRÁFICO 12. Resultados de análises de cromo trivalente

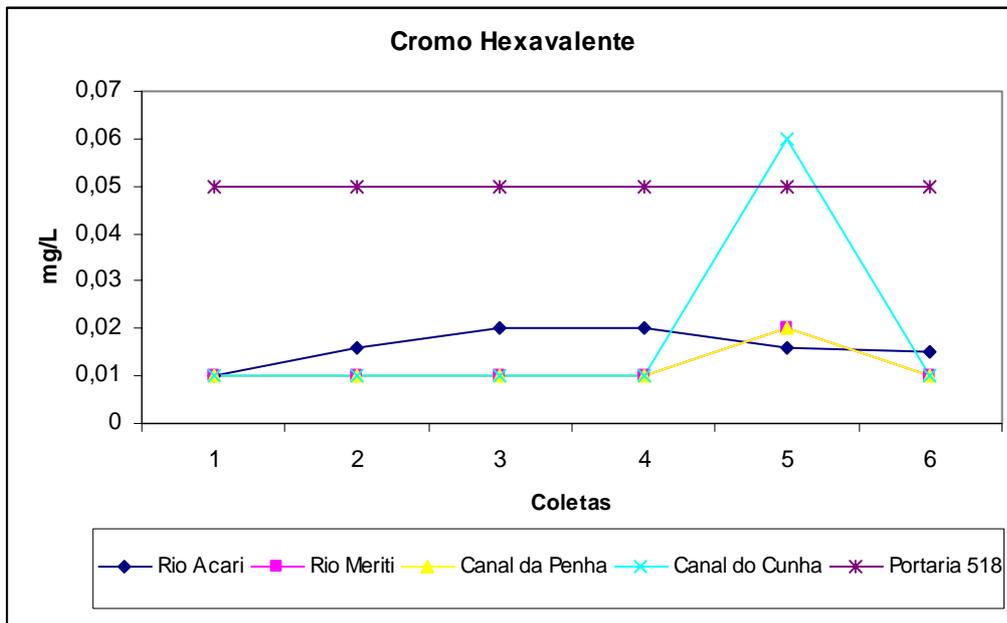


GRÁFICO 13. Resultados de análises de manganês

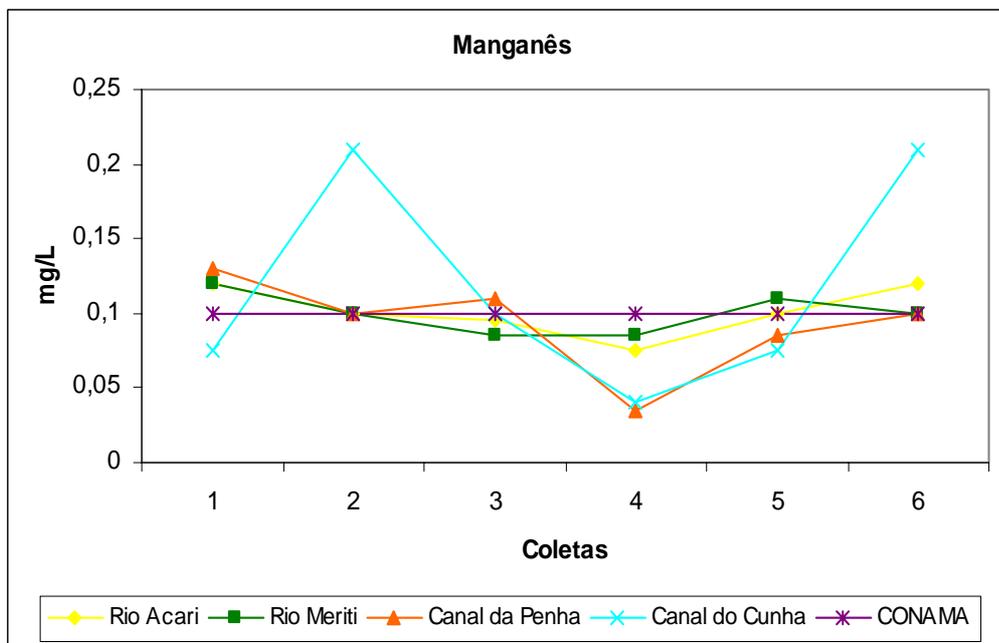


GRÁFICO 14. Resultados de análises de ferro

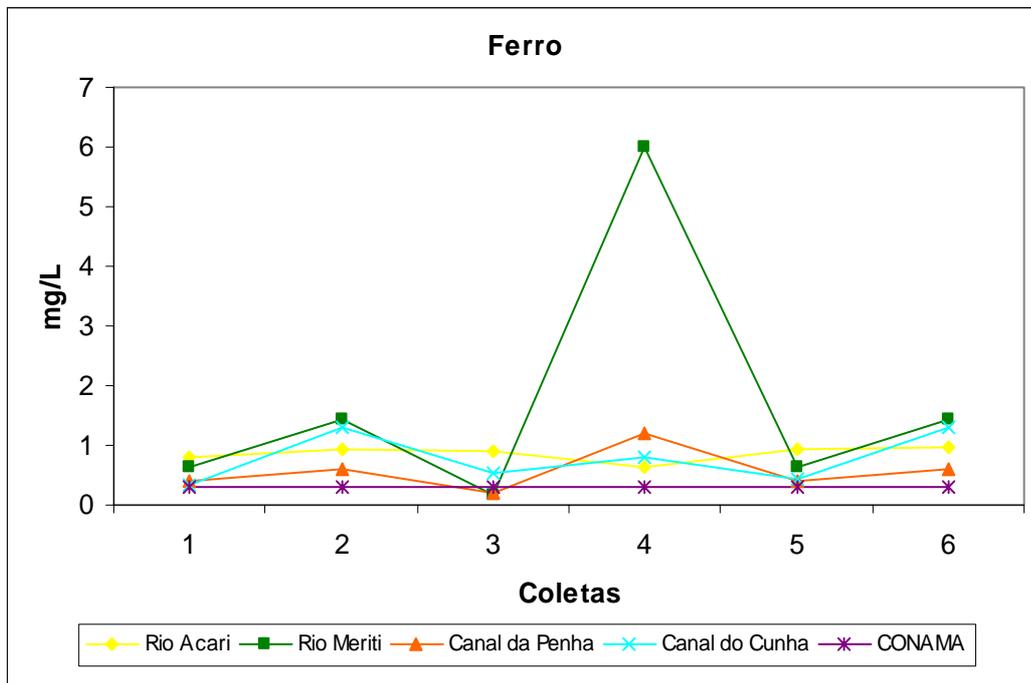


GRÁFICO 15. Resultados de análises de Níquel

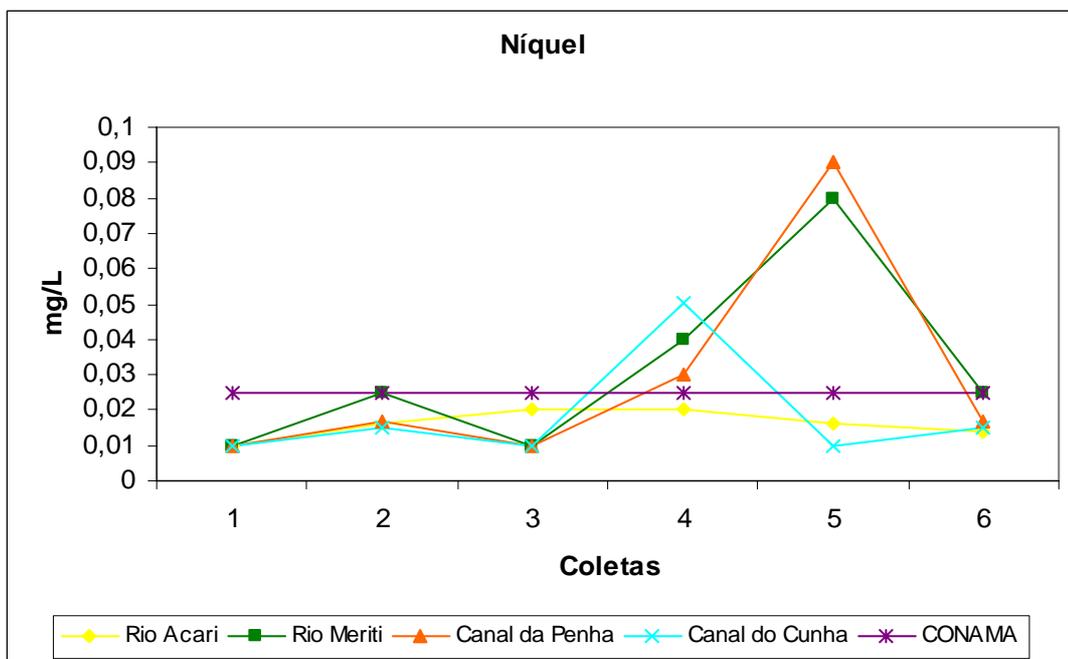


GRÁFICO 16. Resultados de análises de Cobre

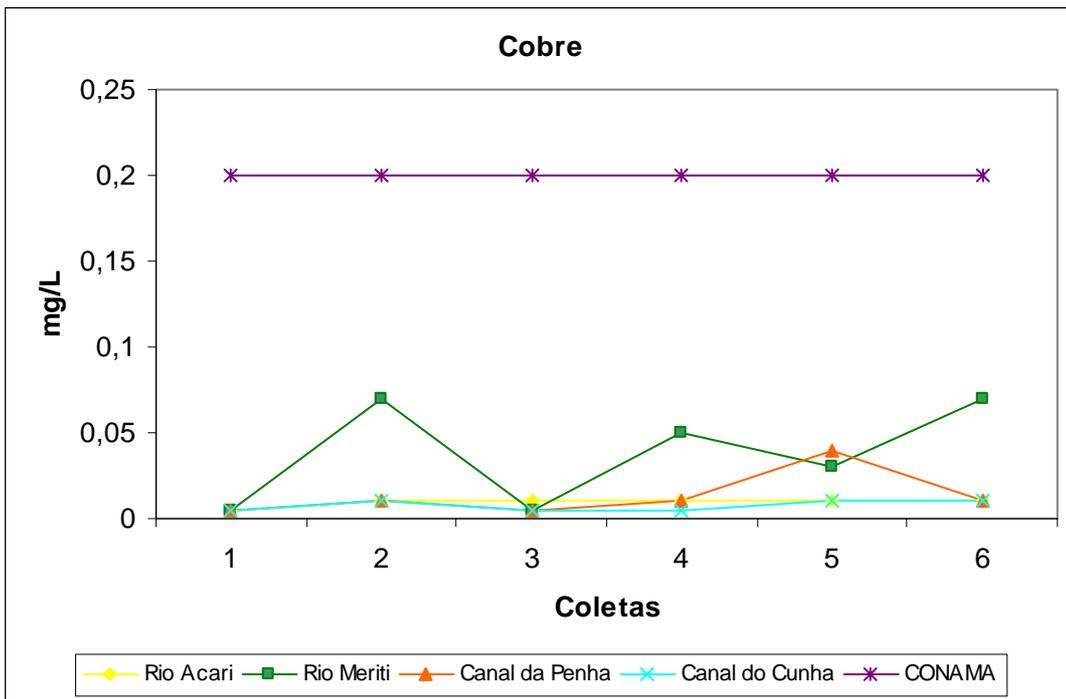


GRÁFICO 17. Resultados de análises de Zinco

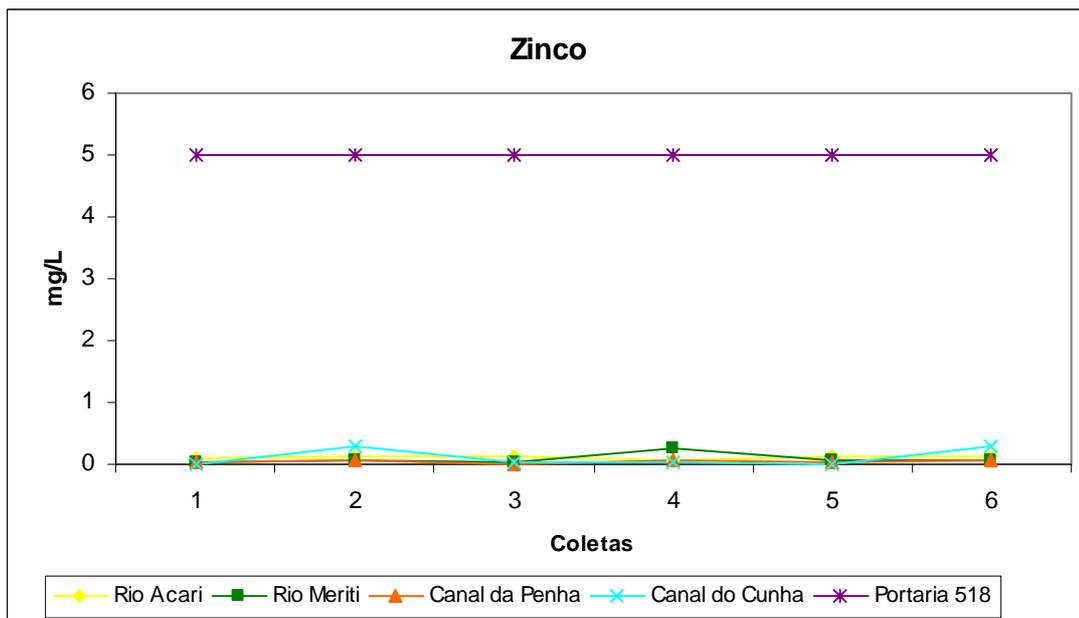


GRÁFICO 18. Resultados de análises de Cádmio

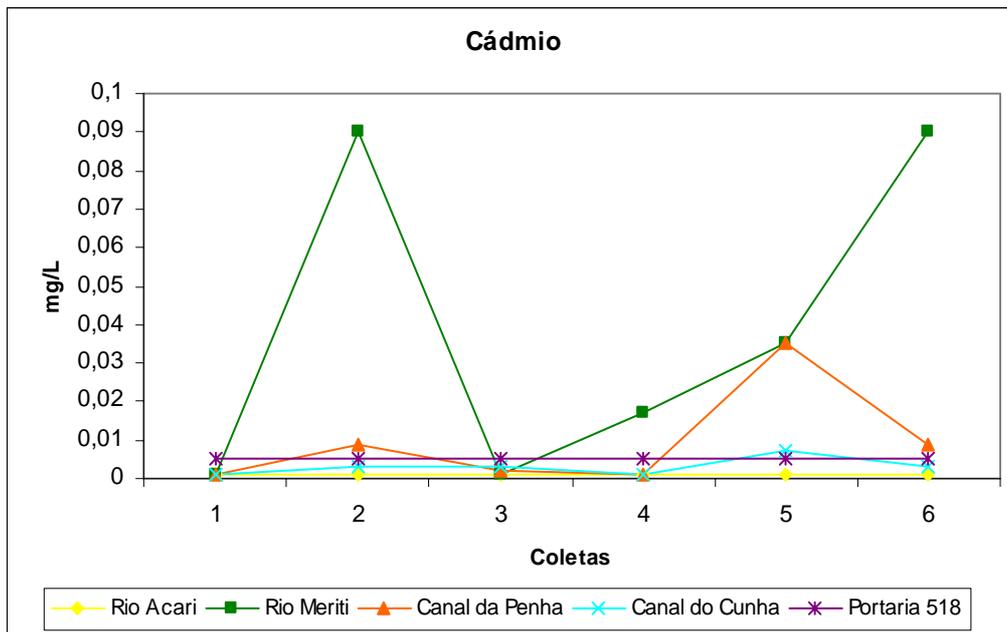


GRÁFICO 19. Resultados de análises de Mercúrio

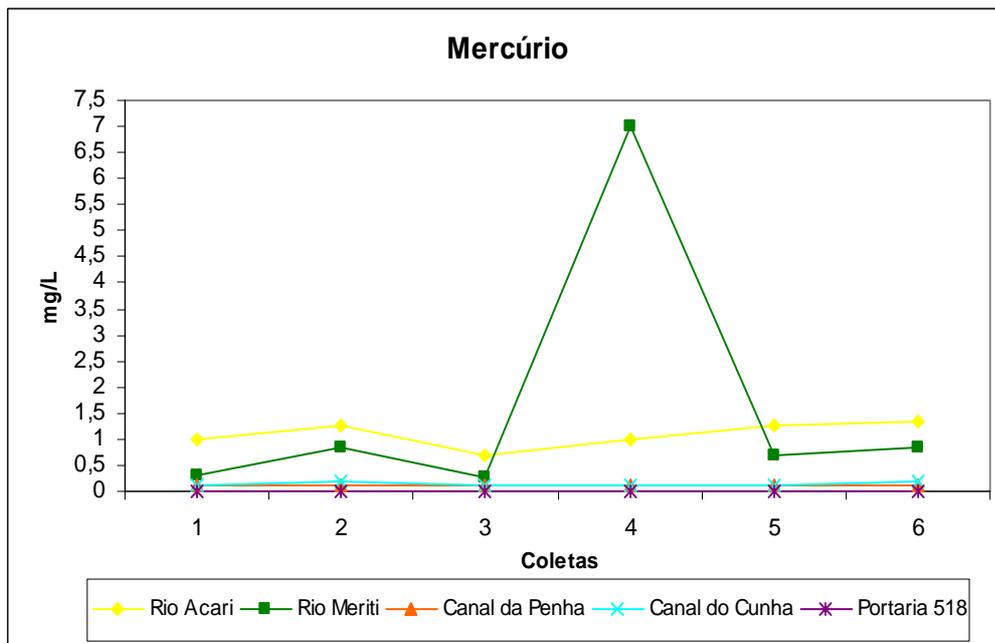
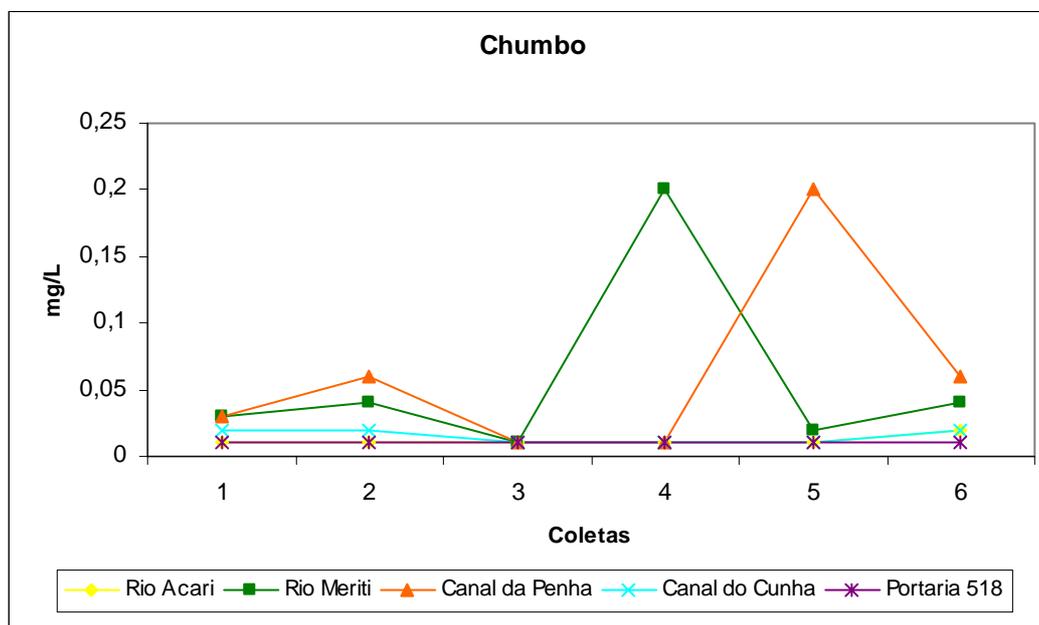


GRÁFICO 20. Resultados de análises de Chumbo



As análises físico-químicas também demonstram que a qualidade dos rios que compõem essas micro-bacias encontra-se prejudicada, estando na maioria das vezes fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86 e pela Portaria 518/2004.

O manganês e o ferro são considerados importantes constituintes dos solos (substratos), podendo ser considerados constituintes naturais das águas que drenam o território por onde passam. Contudo, as constatações de teores extremamente elevados desses elementos, denotam a existência de atividades de metalurgia, mineração ou manejo do solo sem os procedimentos adequados para preservação da integridade dos sistemas aquáticos.

Os elevados teores de fenóis encontrados estão relacionados com o lançamento de despejos industriais e com a grande concentração urbana, estando associados à presença de substâncias fenólicas em desinfetantes domésticos.

O teor de sais (em especial NaCl), separa a comunidade microbiana marinha da comunidade de rios, existindo poucos organismos adaptados para os dois ambientes. Algumas bactérias halófilas podem ser encontradas numerosamente em águas urbanas, rio e lagos poluídos. As bactérias marinhas geralmente sofrem lise quando são colocadas em água doce e a redução da concentração salina pode reduzir a camada mucopeptídica da parede celular de *Pseudomonas*. Os organismos continentais geralmente desenvolvem-se em condições de no

máximo 1% de salinidade e os aspectos halófilos destes está ligado à necessidade de íons de sódio e cloro. Algumas bactérias halófilas podem apresentar o ótimo de salinidade entre 2,5 e 4,0% (a água do mar geralmente contém 3,5% de salinidade). Mudanças repentinas na salinidade da água podem causar modificações morfológicas e fisiológicas, como, por exemplo, tornar as bactérias esféricas, em filamentosas, ou, bactérias luminescentes, colocadas em concentrações salinas acima de 50%, podem perder a sua luminescência.

O fósforo pode originar-se de matéria orgânica particulada e, as rochas das bacias de drenagem, constituem fonte básica de fosfatos para os ecossistemas aquáticos. Sua liberação ocorre por meio de intemperismo, alcançando a água na forma solúvel e insolúvel. Outras fontes são os fosfatos resultantes da decomposição de matéria orgânica alóctone e a matéria orgânica particulada presente na atmosfera. O teor de fósforo na água constitui o índice de eutrofização para lagos. Os ortofosfatos estão presentes em pequenas quantidades, sendo a sua concentração controlada por microrganismos de solubilização e pela presença de íons metálicos, como cálcio, ferro, alumínio e magnésio, que, formando fosfatos insolúveis, podem ser transformados em fosfo-proteínas, ésteres fosfatados por metabolismo microbiano. Os teores mais elevados de fósforos estão relacionados com a absorção deste elemento pelas partículas argilosas do sedimento e pela precipitação por compostos insolúveis de cálcio, ferro ou alumínio, na presença de oxigênio.

O cálcio é essencial para o crescimento das algas (formação de colônias), além de manter as estruturas das membranas existentes em macrófitas e moluscos. Existem indícios de que a velocidade de decomposição de substratos alóctones está relacionado com a com o teor de cálcio na água. Sua concentração pode ser importante na redução dos efeitos tóxicos do cádmio presente em águas poluídas.

A quantidade de dióxido de carbono livre na água determina a precipitação do cálcio sob forma de carbonatos. A quantidade de bicarbonato e outros carbonatos na água, por sua vez, define a alcalinidade da água.

Os sulfatos podem originar-se da decomposição da matéria orgânica introduzida com material alóctone incorporado geralmente antes do inverno, na forma de folhas, ramos e frutos. Este elemento possui fases gasosas e aerossóis complexos. Alguns fungos podem ter preferência por substratos ricos em sulfatos.

O nitrogênio pode entrar no sistema aquático por meio de precipitação, correnteza de água e fixação biológica. O nitrato constitui uma das principais fontes de nitrogênio na água, originados por produtos de lise celular, decomposição e excreção pelo fitoplâncton,

macrófitas aquáticas e algas bentônicas. Em solução, é removido da água pelas plantas, pela desnitrificação bacteriana e redução a nitrogênio amoniacal. A chuva pode ser uma das fontes naturais de amônia e nitrato, principalmente em águas situadas em regiões de clima tropical. Quando dissolvidos na água, encontra-se sob a forma ionizada (NH_4^+) e não ionizada (NH_3). Seu teor na água é relevante para os microrganismos produtores porque sua absorção é a de maior viabilidade entre os compostos nitrogenados. Altas concentrações destes íons acarretam diminuição dos teores de oxigênio na água, por oxidação dos compostos amoniacais e concentrações em torno de 0,25 mg/L são prejudiciais á ictiofauna, enquanto 0,50 mg/L, representa dosagem letal para toda a comunidade aquática.

Entre outros elementos que influenciam a comunidade aquática, o sódio pode ser liberado mediante a elevação da temperatura e o maior volume de água durante as chuvas, podendo elevar a solubilização da rocha-mãe e liberar o sódio.

A sílica é utilizada pelas diatomáceas, crisonômodas e hidrozoários para a construção dos esqueletos. A liberação do elemento das carapaças presentes no sedimento depende da temperatura, sendo que a taxa de solubilização pode ser acelerada pela elevação da mesma. A sílica provém da decomposição dos minerais e silicato de alumínio (feldspato), que são mais freqüentes em rochas sedimentares do que magmáticas e, por meio do intemperismo, os silicatos fornecem íons como magnésio e potássio.

O manganês apresenta papel a retenção direta dos fosfatos por meio de ferro e, por apresentar grande superfície de adsorção, ele retém o fosfato, formando um complexo que é coagulado pelo ferro, resultando na precipitação do elemento no sedimento. Algumas bactérias são capazes de obter energia para a redução de CO_2 a partir da oxidação das formas reduzidas de ferro em manganês. Em pH abaixo de 7,5 e pouco O_2 , ocorre redução de Fe^{+3} para Fe^{+2} . Outras, participam do ciclo do Fe e Mn de duas maneiras: oxidando estes elementos para a obtenção de energia e metabolizando a matéria orgânica complexada ao ferro e manganês, precipitando-os.

O zinco está normalmente está relacionado com fatores climáticos, estando intensamente mineralizado, em época de seca, e com alta oxigenação. Pode ser novamente recolocado em solução assim que se iniciam as épocas de chuvas mais intensas, que geralmente corresponde às épocas de maiores temperaturas.

A condutividade é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica devido à concentração de íons presentes. Uma alta condutividade está relacionada à alta concentração de íons e, uma baixa condutividade, à baixa concentração de íons. Existem alguns fatores que

atuam sobre a condutividade, como: as condições geológicas dos efluentes e da bacia hidrográfica (composição das rochas constituintes); a influência antrópica; condições climáticas, como o regime de chuvas; a temperatura (solubilização de íons); pH, pois em águas pobres em sais solúveis e baixo pH, o íon H^+ torna-se responsável pela condutividade e, em águas pobres em sais, mas ricos em OH, este se torna responsável pela condutividade. Uma importante atenção deve ser dada para as águas muito ácidas, que podem apresentar alta condutividade devido ao excesso de H^+ ; dimensões, profundidade e estratificação térmica dos lagos. A condutividade pode indicar:

- A magnitude da concentração iônica dos principais macronutrientes, como cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, sulfatos, cloretos, etc;
- A avaliação do metabolismo dos ecossistemas aquáticos, onde a redução da condutividade pode significar consumo ou produção primária e o aumento da condutividade, sem influência antrópica, indicando decomposição;
- Fontes poluidoras.

5.2. DADOS DE SAÚDE NA POPULAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO (Fonte: Secretaria Estadual de Saúde – ano base 2000, 2001, 2002 e 2003).

As **TABELAS** abaixo evidenciam a situação de saúde da população da área de estudo. Tais dados foram consolidados na Secretaria Estadual de Saúde em agosto de 2004, tendo-se como subsídios as informações do Município do Rio de Janeiro, no ano de 2000. Destacam-se as principais doenças por não ações de saneamento e veiculação hídrica.

TABELA 6. Óbitos por algumas doenças infecciosas e parasitárias no ano de 2000 segundo Sexo

Causas	2000		
	F	M	T
Doenças Infecciosas Intestinais	114	128	242
Abscesso amebiano do pulmão		1	1
Amebíase intestinal crônica	-	-	-
Amebíase não especificada	-	-	-
Colite amebiana não-disentérica	-	-	-
Diarréia e gastroenterite de origem infecciosa presumível	112	122	234
Disenteria amebiana aguda	-	-	-
Enterite por adenovírus	-	-	-
Enterite por salmonela	-	-	-
Enterocolite devida a <i>Clostridium difficile</i>	-	-	-
Giardíase	-	-	-
Infecção intestinal bacteriana não especificada	-	-	-
Infecção não especificada por salmonela	-	1	1
Intoxicação alimentar bacteriana não especificada	1	1	2
Intoxicação alimentar devida a <i>Clostridium perfringens</i>	-	1	1
Outras enterites virais	-	-	-
Outras infecções bacterianas intestinais especificadas	1	-	1
Outras infecções intestinais especificadas	-	2	2
Shigelose não especificada	-	-	-
Hepatite Viral	73	91	164
Hepatite A com coma hepático	-	-	-
Hepatite A sem coma hepático	3	2	5
Hepatite aguda B com agente Delta (co-infecção), com coma hepático	-	-	-
Hepatite aguda B com agente Delta, (co-infecção), sem coma hepático	-	-	-
Hepatite aguda B sem agente Delta e sem coma hepático	5	13	18
Hepatite aguda B sem agente Delta, com coma hepático	-	-	-
Hepatite aguda B sem agente Delta, com coma hepático	2	3	5
Hepatite aguda C	10	17	27
Hepatite aguda E	-	-	-
Hepatite crônica viral B sem agente Delta	9	10	19
Hepatite viral crônica B com agente Delta	-	1	1
Hepatite viral crônica C	39	33	72
Hepatite viral crônica não especificada	2	-	2
Hepatite viral, não especificada, sem coma	3	9	12
Outras hepatites virais agudas especificadas	-	3	3
Helminthíases	15	10	25
Ascaridíase com complicações intestinais	2	-	2
Ascaridíase com outras complicações	2	-	2
Ascaridíase não especificada	1	1	2
Cisticercose de outras localizações	-	-	-
Cisticercose do sistema nervoso central	2	2	4
Esquistossomose devida ao <i>Schistosoma japonicum</i>	-	-	-
Esquistossomose devida ao <i>Schistosoma mansoni</i>	5	4	9
Esquistossomose não especificada	3	2	5
Estrongiloidíase disseminada	-	-	0
Estrongiloidíase não especificada	-	1	1
Filariose não especificada	-	-	-
Helminthíase não especificada	-	-	-
Outras esquistossomoses	-	-	-
Parasitose intestinal não especificada	-	-	-

TABELA 7. Óbitos por Algumas Doenças Infecciosas e Parasitárias no ano de 2001 segundo Sexo

Causas	2001		
	F	M	T
Doenças Infecciosas Intestinais	144	115	259
Abscesso amebiano do pulmão	-	-	-
Amebíase intestinal crônica	-	1	1
Amebíase não especificada	1	-	1
Colite amebiana não-disentérica	-	-	-
Diarréia e gastroenterite de origem infecciosa presumível	134	107	241
Disenteria amebiana aguda	3	1	4
Enterite por adenovírus	-	-	-
Enterite por salmonela	2	-	2
Enterocolite devida a <i>Clostridium difficile</i>	1	-	1
Giardíase	1	-	1
Infecção intestinal bacteriana não especificada	-	2	2
Infecção não especificada por salmonela	-	-	-
Intoxicação alimentar bacteriana não especificada	-	-	-
Intoxicação alimentar devida a <i>Clostridium perfringens</i>	-	1	1
Outras enterites virais	-	-	-
Outras infecções bacterianas intestinais especificadas	-	-	-
Outras infecções intestinais especificadas	1	3	4
Shigelose não especificada	1	-	1
Hepatite Viral	90	117	207
Hepatite A com coma hepático	1	1	2
Hepatite A sem coma hepático	-	3	3
Hepatite aguda B com agente Delta (co-infecção), com coma hepático	1	-	1
Hepatite aguda B com agente Delta, (co-infecção), sem coma hepático	-	-	-
Hepatite aguda B sem agente Delta e sem coma hepático	5	16	21
Hepatite aguda B sem agente Delta, com coma hepático	-	-	-
Hepatite aguda B sem agente Delta, com coma hepático	-	3	3
Hepatite aguda C	18	27	45
Hepatite aguda E	-	-	-
Hepatite crônica viral B sem agente Delta	9	11	20
Hepatite viral crônica B com agente Delta	-	-	-
Hepatite viral crônica C	40	43	83
Hepatite viral crônica não especificada	1	3	4
Hepatite viral, não especificada, sem coma	15	10	25
Outras hepatites virais agudas especificadas	-	-	-
Helmintíases	6	18	24
Ascaridíase com complicações intestinais	-	-	-
Ascaridíase com outras complicações	-	-	-
Ascaridíase não especificada	2	3	5
Cisticercose de outras localizações	-	-	-
Cisticercose do sistema nervoso central	-	1	1
Esquistossomose devida ao <i>Schistosoma japonicum</i>	-	1	1
Esquistossomose devida ao <i>Schistosoma mansoni</i>	2	3	5
Esquistossomose não especificada	1	8	9
Estrongiloidíase disseminada	-	-	-
Estrongiloidíase não especificada	-	-	-
Filariose não especificada	-	1	1
Helmintíase não especificada	1	-	1
Outras esquistossomoses	-	1	1
Parasitose intestinal não especificada	-	-	-

Tabela 8. Óbitos por Algumas Doenças Infecciosas e Parasitárias no ano de 2002 segundo Sexo

Causas	2002		
	F	M	T
Doenças Infecciosas Intestinais	107	92	199
Abscesso amebiano do pulmão	-	-	-
Amebíase intestinal crônica	-	-	-
Amebíase não especificada	-	-	-
Colite amebiana não-disentérica	-	1	1
Diarréia e gastroenterite de origem infecciosa presumível	105	89	194
Disenteria amebiana aguda	-	-	-
Enterite por adenovírus	-	-	-
Enterite por salmonela	-	-	-
Enterocolite devida a <i>Clostridium difficile</i>	-	2	2
Giardíase	-	-	-
Infecção intestinal bacteriana não especificada	-	-	-
Infecção não especificada por salmonela	-	-	-
Intoxicação alimentar bacteriana não especificada	-	-	-
Intoxicação alimentar devida a <i>Clostridium</i>	1	-	1
Outras enterites virais	-	-	-
Outras infecções bacterianas intestinais especificadas	-	-	-
Outras infecções intestinais especificadas	1	-	1
Shigelose não especificada	-	-	-
Hepatite Viral	84	100	184
Hepatite A com coma hepático	1	-	1
Hepatite A sem coma hepático	-	2	2
Hepatite aguda B com agente Delta (co-infecção), com coma hepático	-	-	-
Hepatite aguda B com agente Delta, (co-infecção), sem coma hepático	-	1	1
Hepatite aguda B sem agente Delta e sem coma hepático	5	11	16
Hepatite aguda B sem agente Delta, com coma hepático	-	-	-
Hepatite aguda B sem agente Delta, com coma hepático	3	3	6
Hepatite aguda C	27	23	50
Hepatite aguda E	1	-	1
Hepatite crônica viral B sem agente Delta	7	12	19
Hepatite viral crônica B com agente Delta	-	-	-
Hepatite viral crônica C	29	37	66
Hepatite viral crônica não especificada	1	5	6
Hepatite viral, não especificada, sem coma	10	4	14
Outras hepatites virais agudas especificadas	-	2	2
Helmintíases	19	17	36
Ascaridíase com complicações intestinais	2	-	2
Ascaridíase com outras complicações	-	-	-
Ascaridíase não especificada	-	2	2
Cisticercose de outras localizações	-	-	-
Cisticercose do sistema nervoso central	3	-	3
Esquistossomose devida ao <i>Schistosoma japonicum</i>	-	-	-
Esquistossomose devida ao <i>Schistosoma mansoni</i>	3	6	9
Esquistossomose não especificada	8	5	13
Estrongiloidíase disseminada	-	2	2
Estrongiloidíase não especificada	-	1	1
Filariose não especificada	-	-	-
Helmintíase não especificada	2	1	3
Outras esquistossomoses	-	-	-
Parasitose intestinal não especificada	1	-	1

TABELA 9. Óbitos por Algumas Doenças Infecciosas e Parasitárias no Ano de 2003 segundo Sexo

Causas	2003		
	F	M	T
Doenças Infecciosas Intestinais	111	117	228
Abscesso amebiano do pulmão	-	-	-
Amebíase intestinal crônica	-	-	-
Amebíase não especificada	-	-	-
Colite amebiana não-disentérica	-	-	-
Diarréia e gastroenterite de origem infecciosa presumível	106	111	217
Disenteria amebiana aguda	-	1	1
Enterite por adenovírus	1	-	1
Enterite por salmonela	1	1	2
Enterocolite devida a <i>Clostridium difficile</i>	-	-	-
Giardíase	-	-	-
Infecção intestinal bacteriana não especificada	-	3	3
Infecção não especificada por Salmonela	1	-	1
Intoxicação alimentar bacteriana não especificada	-	1	1
Intoxicação alimentar devida a <i>Clostridium</i>	-	-	-
Outras enterites virais	1	-	1
Outras infecções bacterianas intestinais especificadas	-	-	-
Outras infecções intestinais especificadas	1	-	1
Shigelose não especificada	-	-	-
Hepatite Viral	104	117	221
Hepatite A com coma hepático	-	-	-
Hepatite A sem coma hepático	-	-	-
Hepatite aguda B com agente Delta (co-infecção), com coma hepático	-	-	-
Hepatite aguda B com agente Delta, (co-infecção), sem coma hepático	-	-	-
Hepatite aguda B sem agente Delta e sem coma hepático	6	11	17
Hepatite aguda B sem agente Delta, com coma hepático	-	-	-
Hepatite aguda B sem agente Delta, com coma hepático	1	3	4
Hepatite aguda C	25	33	58
Hepatite aguda E	-	-	-
Hepatite crônica viral B sem agente Delta	2	9	11
Hepatite viral crônica B com agente Delta	-	-	-
Hepatite viral crônica C	53	52	105
Hepatite viral crônica não especificada	4	2	6
Hepatite viral, não especificada, sem coma	13	5	18
Outras hepatites virais agudas especificadas	-	2	2
Helmintíases	13	12	25
Ascaridíase com complicações intestinais	-	1	1
Ascaridíase com outras complicações	1	-	1
Ascaridíase não especificada	2	1	3
Cisticercose de outras localizações	1	-	1
Cisticercose do sistema nervoso central	3	3	6
Esquistossomose devida ao <i>Schistosoma japonicum</i>	-	-	-
Esquistossomose devida ao <i>Schistosoma mansoni</i>	1	2	3
Esquistossomose não especificada	3	5	8
Estrongiloidíase disseminada	-	-	-
Estrongiloidíase não especificada	1	-	1
Filariose não especificada	-	-	-
Helmintíase não especificada	1	-	1
Outras esquistossomoses	-	-	-
Parasitose intestinal não especificada	-	-	-

5.3. DISCUSSÃO

Do estrito ponto de vista da saúde pública, o que se avalia em um organismo patogênico não é a sua natureza biológica, nem o seu comportamento no corpo do doente, e sim o seu comportamento no meio ambiente, pois é nessa dimensão que as intervenções de saneamento podem influenciar na ação desse patógeno sobre o homem (FERREIRA, 2003). Dessa forma, para uma melhor compreensão do problema, duas vertentes se mostram pertinentes:

- A primeira diz respeito aos modelos que têm sido propostos para explicar a relação entre ações de saneamento e a saúde, com ênfase em distintos ângulos da cadeia causal.
- A segunda vertente consiste em classificar as doenças segundo categorias ambientais cuja transmissão está ligada com o saneamento, ou com a falta de infra-estrutura adequada.

Assim, a partir dessas classificações, o entendimento da transmissão das doenças relacionadas com o saneamento passa a constituir um instrumento de planejamento das ações, com vistas a considerar de forma mais adequada seus impactos sobre a saúde do homem (FERREIRA & CUNHA, 2005b).

A poluição das águas tem como origem diversas fontes, associadas ao tipo de uso e ocupação do solo, dentre as quais destacam-se:

- · efluentes domésticos;
- · efluentes industriais;
- · carga difusa urbana
- · mineração;
- · natural;
- · acidental.

A contaminação da água nos sistemas de abastecimento se dá, portanto, pela associação de diversos fatores, tais como: a descontinuidade do fornecimento, que determina pressões negativas na rede; falta de esgotamento sanitário; presença de baixas pressões na rede, por problemas operacionais ou de projeto e a manutenção inadequada da rede, dos reservatórios de distribuição e, principalmente, das ligações domiciliares de água.

No Brasil, uma alternativa que pode ser adotada como forma de planejamento é a garantia da qualidade do efluente por etapas, afigurando-se, assim, como uma solução prática no sentido de viabilizar um atendimento gradativo aos padrões de qualidade da água e aos objetivos do tratamento de esgotos. Essa evolução gradual da qualidade do efluente tratado deve permitir, além da redução dos custos de implantação da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), a adoção de novas alternativas tecnológicas, mesmo com mudanças na concepção original proposta para o tratamento (HOCHMAN, 1998). A **FIGURA 10** apresenta uma sistematização dos efeitos positivos e negativos advindos da implementação de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário em áreas urbanas com o objetivo de esclarecer as inter-relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente (SOARES *et al*, 2002).

superficial urbano contém, geralmente, todos os poluentes que se depositam na superfície do solo. Na ocorrência de chuvas, os materiais acumulados em valas, bueiros, etc., são arrastados pelas águas pluviais para os cursos d'água superficiais, constituindo-se numa fonte de poluição tanto maior quanto menos eficiente for a coleta de esgotos ou a limpeza pública.

A poluição natural está associada às chuvas e escoamento superficial, salinização, decomposição de vegetais e animais mortos enquanto que a acidental é proveniente de derramamentos acidentais de materiais na linha de produção ou transporte.

A preservação e a utilização racional dos recursos hídricos é um aspecto importante na atualidade, para a resolução de problemas agudos relacionados à questão hídrica, visando ao bem estar de todos e à preservação do meio ambiente. Em vista da pressão antrópica, principalmente a implantação progressiva de atividades econômicas e o adensamento populacional de forma desordenada, que vêm ocasionando crescentes problemas sobre os recursos hídricos, as instâncias públicas e civis mobilizaram-se para a criação de legislação e políticas específicas, a fim de fundamentar a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos.

A compreensão das relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente constitui etapa inicial e importante no desenvolvimento de um modelo de planejamento de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Em termos de planejamento, a identificação e análise dos efeitos advindos da implementação de determinado sistema, seja ele de água ou de esgotos, deve conferir meios para se estabelecer uma certa ordem de prioridades e apontar o direcionamento mais adequado das ações, uma vez que cada população a ser beneficiada possui características distintas e nem sempre as ações de saneamento podem ser orientadas da mesma forma.

No entanto, não só os aspectos relacionados ao meio ambiente e à saúde pública devem ser levados em consideração. No caso do saneamento, existem diferentes dimensões, em níveis crescentes de complexidade, a serem consideradas na definição de uma solução apropriada, como a econômica, financeira, social, institucional e a política, o que torna mais difícil, ainda, o desenvolvimento de um modelo. A construção teórica a ser desenvolvida para o modelo de planejamento deve, desse modo, contrapor-se a estudos de caso, que permitam verificar a pertinência dos elementos e processos propostos, subsidiando, assim, a formulação do modelo.

Capítulo 6

Conclusão

O estudo mostra que a região possui cobertura de água, rede de esgoto e coleta de lixo nas áreas centrais ou próximas aos eixos viários. Porém, a água tratada dispensada na comunidade é de baixa qualidade. As causas dessa baixa qualidade têm vários motivos, entre eles: a precariedade das habitações; os costumes da população; o armazenamento inadequado; ligações clandestinas e a idade elevada da rede. Por outro lado, a alta densidade humana da região provoca um problema no controle (monitoramento e cobertura) dos processos de tratamento da água que chega às residências, não permitindo, assim, que a água consumida seja de boa qualidade, pois no grau de degradação em que se encontra o manancial, fica muito difícil tratar a sua água, já que os rios que compõem as bacias estudadas são praticamente esgotos à céu aberto, o que torna o tratamento muito caros.

Embora a região apresente cobertura de esgoto em torno de 90%, fica nítido que esses dados não refletem a realidade, já que a maior parte desse esgoto acaba indo para os mananciais sem qualquer tipo de tratamento.

Apesar da maior parte da população da região da Leopoldina ser abastecida de água pela rede geral (cerca de 98%), persiste problemas que trazem impactos negativos sobre a saúde da população, como a contaminação da rede de distribuição de água e a precariedade ou vulnerabilidade dos sistemas de abastecimento. Por causa da conhecida heterogeneidade na ocupação do solo urbano e à acidentada topografia os problemas com o abastecimento de estão concentrados em áreas como a da Leopoldina, que possui população de baixa renda e alta densidade demográfica.

A ocupação e a formação da área em estudo contribuiu para o agravamento dos problemas de saneamento, já que ela foi ocupada de maneira desordenada e por uma população que foi “expulsa” dos grandes centros urbanos do Município do Rio de Janeiro (ZVEIBIL, 2001).

Vários desequilíbrios têm sido provocados pela ação humana no meio, fazendo com que sejam estabelecidos novos equilíbrios, provocando danos à natureza. A conseqüência

desses desequilíbrios é a enorme poluição do meio ambiente, que é causado por diversas atividades antrópicas.

Os resultados obtidos tanto nas análises microbiológicas, como nas físico-químicas, refletem o quadro alarmante que se encontram os rios da bacia hidrográfica da, assim como a Baía de Guanabara.

O estudo mostrou que as descargas diretas dos esgotos, tanto da população residente na região, como das indústrias que lá existem, descarregam uma quantidade muito grande de matéria orgânica e materiais tóxicos, muitas, ou na maioria das vezes, sem qualquer tipo de tratamento. Tais atitudes, fazem com que ocorram mudanças no balanço da população bacteriana autóctona, impedindo que este corpo hídrico consiga realizar a sua auto-depuração.

Capítulo 7

Recomendações e propostas de ações

O nível mais elevado de enfrentamento das pressões sobre o meio ambiente urbano situa-se na esfera de desenvolvimento urbano vigentes, segundo os modelos de incentivo e financiamento praticados pelo governo federal. É notória a ausência do poder público municipal, estadual e federal em matéria de política pública urbana nos últimos anos, seja na definição de diretrizes ou na oferta de linhas de financiamento, particularmente em habitação e saneamento. Assiste-se, assim, com destaque para a região da Leopoldina, a agudização do quadro de problemas urbanos, desequilíbrio e comprometimento da estrutura urbana, com reflexos diretos nos condicionantes ambientais e de saúde pública.

O estabelecimento de parceria entre as Prefeituras Municipais, o Comitê de Bacia Hidrográficas, os órgãos de fiscalização ambiental, para gerar um programa de médio e longos prazos para recuperar e conservar os corpos d'água da área degradada. A parceria deve seguir um plano operacional que relacione a participação de todos os envolvidos, como a própria população, com a criação de programas de Educação Ambiental e ações ambientais participativas de forma a obter multiplicadores que venham a atuar mais próximo da comunidade.

Referências Bibliográficas

ABREU, M., 1987. *Evolução Urbana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: IPLANRIO. Jorge Zahar Editor.

APHA – AWWA – WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th edition, 1995. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environmental Federation, Washington D. C. 953p.

AWWA (American Water Works Association), 1990. *Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies*. New York: Mcgraw Hill.

BOINK, A. & SPEIJERS, G., 2001. Health effect of nitrates and nitrites, a review. *Acta Horticulturae*, n. 563, p. 29-36.

BOOT, M. T. 1998. Criando o elo de ligação: orientações para a educação sanitária no abastecimento de água e saneamento da comunidade, com especial ênfase para abastecimento de água de fontenários públicos. Maputo; Centro Internacional de Água e Saneamento; 68 p. ilus. (Documentos Opcionais, 5).

BOUCHARD, D. C.; WILLIAMS, M. D. & SURAMPALLI, R. Y., (1992). Nitrate contamination of ground water sources and potential health effects. *Journal of the American Water Works Association*, 84:85-90. Brasília, DF. Ministério da Saúde.

BRASIL, 1986. Resolução COANAMA n° 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece a seguinte classificação e padrões das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U. de 30/07/86. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente.

BRASIL, 2004. Ministério da Saúde. Portaria n/ 518, de 25 de Março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

CAIRNCROSS, S.; BLUMENTHAL, U.; KOLSKY, P.; MORAES, L. & TAYEH, A., 1996. The public and domestic domains in the transmission disease. *Tropical Medicine and International Health*, 1:27-34.

CARNEIRO, A. J. C., 2001. *O Rio e sua Região Metropolitana: Um resgate de 60 anos de informações Demográficas*. Coleção Estudos da Cidade – Armazém de Dados. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Urbanismo – IPP/DIG.

CEBALLOS, B. S. O., 1990. Microbiologia Sanitária. In: Lagoas de Estabilização e Aeradas Mecanicamente. Ed. UFPB/ABES, p.89-148.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Relatório da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. São Paulo. 2003.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Determinação de coliformes totais através da técnica de membrana filtrante. São Paulo, 1979.

CRUZ, O. G., 1893. A Veiculação Microbiana Pelas Águas. Rio de Janeiro; Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado.

CRUZ, O.J. 2000. Impacto das ações de saneamento básico na taxa de infecção por *Schistosoma Mansoni* nas populações humanas e de planorbídeos, de área rural e endêmica no Município de Afonso Cláudio, Estado do Espírito Santo. Dissertação de Mestrado. Universidade Estácio de Sá para obtenção do grau de Mestre.

CVJETANOVIC, B., 1986. Health effects and impact of water supply and sanitation. *World Health Statistics Quarterly*, 39:105-117.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Microbiological Methods for Monitoring the Environment. Water and Waste. EPA – 600/8 78 – 017, Cincinnati, Dec. 1978.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual do Saneamento, Brasília, 1999.

FERREIRA, A.P., 2003. Inspeção microbiológica para avaliação da qualidade das águas ambientais. *Revista Brasileira de Farmácia*, 84(2): 61-63.

FERREIRA, A. P., 2005. Prospective environmental indicator for assessing urban aquatic ecosystems. *Cadernos de Saúde Pública*, *in press*.

FERREIRA, A.P. & CUNHA, C.L.N., 2005 (a). Anthropoc pollution in aquatic environment: Development of a caffeine indicator. *International Journal of Environmental Health Research*, England, *in press*.

FERREIRA, A. P. & CUNHA, C.L.N. (b), 2005. Implicações e perspectivas da sustentabilidade ambiental no abastecimento e na qualidade da água urbana. *Revista Panam Salud Publica*, *in press*.

GIL, A. C., 1991. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: editora Atlas.

HELLER, L., 1998. *Saneamiento y salud*. Washington, D.C.: CEPIS/OPS.

HESPANHOL, I.; TUCCI, C. E. M. & CORDEIRO, O., 2000. Relatório Nacional sobre o Gerenciamento da Água no Brasil, SAMTAC e GWP.

HOCHMAN, G., 1998. A era do saneamento: as bases da política de saúde pública no Brasil. São Paulo; HUCITEC; 261 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório de monitoramento das águas superficiais na Bacia do Rio Paraíba do Sul em 2002 / Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Fundação Estadual do Meio Ambiente, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. -- Belo Horizonte: IGAM, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2000. Censo Demográfico 2000.

LAMEGO, A.R., 1964. *O Homem e a Guanabara*. Rio de Janeiro: Biblioteca Geográfica Brasileira.

LIJKLEMA, L., 1995. *Water Quality Standards: Sense and Nonsense*. *Water Science & Technology*, 31: 321-327.

MARA, D. D. & FEACHEM. R. G. A., 1999. *Water – and excreta – related diseases: Unitary Environmental Classification*. *Journal of Environmental Engineering*, 125: 334-339.

MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C. & TOSTA, C. S., 1999. *Qualidade de Água da Rede de Distribuição e de beber em assentamento periurbano: Estudo de caso*. In: 20º. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais, pp. 1462-1472.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000. *Atuação do Setor Saúde em Saneamento*. Brasília, DF: Fundação Nacional de Saúde, 50p. [versão preliminar].

NASCIMENTO, L. V. & Von SPERLING, M., 1998. *Os Padrões Brasileiros de Qualidade das Águas e os Critérios para Proteção da Vida Aquática, Saúde Humana e Animal*. In: XXVI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais, pp. 1-11. Lima: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

NBR 9897: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987. 23p.

OLIVEIRA, R. M., 1993. A distribuição desigual dos serviços de água e esgoto no município do Rio de Janeiro: o caso da região da Leopoldina. Dissertação de mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública.

OLIVEIRA, W. E., 1987. Importância do Abastecimento de Água – Água na Transmissão de Doenças. In: Técnicas de Abastecimento e Tratamento de Água. CETESB/ASCETESB, São Paulo, SP, 549p.

ORGANIZAÇÃO PAMAMERICANA DA SAÚDE (OPAS), 1996. *La calidad del agua potable en America Latina*. 2.ed. Washington: OPAS, ILSI, 222p.

ORGANIZAÇÃO PAMAMERICANA DA SAÚDE (OPAS), 1999. *Água e Saúde*. 2.ed. Washington: OPAS, 20p. [OPAS//HEP/99/40].

PÁDUA, H. B., (2004). Alcalinidade, condutividade e salinidade em sistemas aquáticos. Disponível em <www.ccinet.com.br/tucunare/alcalinidade.htm>.

PAREY, V. P., 1993. Manuais para gerenciamento de recursos hídricos; relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados a águas correntes. Paraná: GTZ, Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina, 227p.

PENA, M. M., 2004. *O Saneamento na Cidade do Rio de Janeiro: Uma abordagem histórica e perspectivas*. Dissertação de Mestrado. Programa de Engenharia Ambiental. Universidade Estadual do Rio de Janeiro.

PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO 2000. Rio de Janeiro, 2002.

PIMENTEL, C. E. B. & CORDEIRO NETTO, O. M., 1998. *Proposta Metodológica de Classificação e Avaliação Ambiental de Projetos de Saneamento*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

REZENDE, S. C. & HELLER, L., 2002. *O Saneamento no Brasil - Políticas e Interfaces*, Escola de Engenharia da UFMG - Editora UFMG.

SANTOS, M. P., 1999. O saneamento frente às situações emergenciais motivadas pelas enchentes: caso do município do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca.

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO RIO DE JANEIRO (1998). *Dados sobre Diarréia Infantil no Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: SES-RJ.

SENNA JR, V. A., FERREIRA, A. P. & MESQUITA, C., 2002. Impacto Ambiental na Baía de Guanabara: Qualidade Microbiológica em Rios da Leopoldina. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, *Resumos*, p. 457. Joinville: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

SOARES, B.E.C. & FERREIRA, A.P., 2004. Desenvolvimento sustentável e biodiversidade: gestão racional e ecológica dos recursos ambientais. *Rev. Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento* 33: 72-75.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, S. R. & NETTO, O. M., 2002. Relações entre Saneamento, Saúde Pública e Meio Ambiente: elementos para a formulação de um modelo de planejamento em saneamento. *Cadernos de Saúde Pública*, 18 (6): 1713-1724.

TEIXEIRA, M. J. O., 1994. A vigilância epidemiológica e o controle público em tempo de SUS: a fala dos profissionais e usuários organizados da região da Leopoldina. Dissertação de estrado. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca.

Von SPERLING, M., 1995. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. In: *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG; Vol. 1.240p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 2000. *Guidelines for Drinking Water Quality*. Geneva.

ZVEIBIL, V. Z., 2001. A gestão do saneamento: grande desafio para os municípios. *Rev. Adm. Munic*;45(228):10-15.

ANEXO I

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986

Publicado no D.O.U. de 30/07/86

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe confere o art. 7º, inciso IX, do Decreto 88.351, de 1º de junho de 1983, e o que estabelece a RESOLUÇÃO CONAMA Nº 003, de 5 de junho de 1984;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que os custos do controle de poluição podem ser melhor adequados quando os níveis de qualidade exigidos, para um determinado corpo d'água ou seus diferentes trechos, estão de acordo com os usos que se pretende dar aos mesmos;

Considerando que o enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados como consequência da deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos permanentes;

Considerando a necessidade de reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos, contemplar as águas salinas e salobras e melhor especificar os parâmetros e limites associados aos níveis de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento ;

RESOLVE estabelecer a seguinte classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional:

Art. 1º - São classificadas, segundo seus usos preponderantes, em nove classes, as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional :

ÁGUAS DOCES

I - Classe Especial - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção.
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - Classe 1 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);

- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao Solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas á alimentação humana.

III - Classe 2 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Art. 4º - Para as águas de classe 1, são estabelecidos os limites e/ou condições seguintes:

- a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- b) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- c) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- d) corantes artificiais: virtualmente ausentes;
- e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
- f) coliformes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução. As águas utilizadas para a irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas que se desenvolvam rentes ao Solo e que são consumidas cruas, sem remoção de casca ou película, não devem ser poluídas por excrementos humanos, ressaltando-se a necessidade de inspeções sanitárias periódicas. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de 1.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês.
- g) DBO5 dias a 20°C até 3 mg/l O₂;
- h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/lO₂;
- i) Turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- j) cor: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/l
- l) pH: 6,0 a 9,0;
- m) substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos):

Alumínio:	0,1 mg/l Al
Amônia não ionizável:	0,02 mg/l NH ₃ .
Arsênio:	0,05 mg/l As
Bário:	1,0 mg/l Ba.
Berílio:	0,1 mg/l Be
Boro:	0,75 mg/l B
Benzeno :	0,01 mg/l
Benzo-a-pireno:	0,00001 mg/l
Cádmio:	0,001 mg/l Cd
Cianetos:	0,01 mg/l CN
Chumbo:	0,03 mg/l Pb
Cloretos:	250 mg/l Cl
Cloro Residual:	0,01 mg/l Cl
Cobalto:	0,2 mg/l Co
Cobre:	0,02 mg/l Cu
Cromo Trivalente:	0,5 mg/l Cr
Cromo Hexavalente:	0,05 mg/l Cr
1,1 dicloroetano :	0,0003 mg/l
1,2 dicloroetano:	0,01 mg/l
Estanho;	2,0 mg/l Sn
Índice de Fenóis:	0,001 mg/l C ₆ H ₅ OH
Ferro solúvel:	0,3 mg/l Fe
Fluoretos:	1,4 mg/l F
Fosfato total:	0,025 mg/l P
Lítio:	2,5 mg/l Li
Manganês:	0,1 mg/l Mn
Mercurio:	0,0002 mg/l Hg
Níquel:	0,025 mg/l Ni
Nitrato:	10 mg/l N
Nitrito:	1,0 mg/l N
Prata:	0,01mg/l Ag
Pentaclorofenol:	0,01 mg/l
Selênio:	0,01mg/l Se
Sólidos dissolvidos totais:	500 mg/l
Substâncias tenso-ativas quereagem com o azul de metileno :	0,5 mg/l LAS
Sulfatos:	250 mg/l SO ₄
Sulfetos (como H ₂ S não dissociado):	0,002 mg/l S
Tetracloroetano:	0,01 mg/l
Tricloroetano:	0,03 mg/l
Tetracloroeto de carbono:	0,003 mg/l
2, 4, 6 triclorofenol:	0,01 mg/l
Urânio total:	0,02 mg/l U
Vanádio:	0,1 mg/l V
Zinco:	0,18 mg/l Zn

Aldrin:	0,01 mg/l
Clordano:	0,04 µg/l
DDT;	0,002 µg/l
Dieldrin:	0,005 µg/l
Endrin:	0,004 µg/l
Endossulfan:	0,056 µg/l
Epóxido de Heptacloro:	0,01 µg/l
Heptacloro:	0,01 µg/l
Lindano (gama.BHC)	0,02 µg/l
Metoxicloro:	0,03 µg/l
Dodecacloro + Nonacloro:	0,001 µg/l
Bifenilas Policloradas (PCB'S):	0,001 µg/l
Toxafeno:	0,01 µg/l
Demeton:	0,1 µg/l
Gution:	0,005 µg/l
Malation:	0,1 µg/l
Paration:	0,04 µg/l
Carbaril:	0,02 µg/l
Compostos organofosforados e carbamatos totais:	10,0 µg/l em Paration
2,4 - D:	4,0 µg/l
2,4,5 - TP:	10,0 µg/l
2,4,5 - T:	2,0 µg/l

Art. 5º - Para as águas de Classe 2, são estabelecidos os mesmos limites ou condições da Classe 1, à exceção dos seguintes:

- a) não será permitida a presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
- b) Coliformes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução. Para os demais usos, não deverá ser excedido uma limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de até 5.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;
- c) Cor: até 75 mg Pt/l
- d) Turbidez: até 100 UNT;
- e) DBO5 dias a 20°C até 5 mg/l O2;
- f) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/l O2.

ANEXO II

MINISTÉRIO DA SAÚDE PORTARIA N.º 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004

Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

CAPÍTULO IV DO PADRÃO DE POTABILIDADE

Art.11. A água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 - Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.

PARÂMETRO	VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano ⁽²⁾	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês; Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml

NOTAS: (1) Valor Máximo Permitido.

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

(3) a detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

TRATAMENTO DA ÁGUA	VMP ⁽¹⁾
Desinfecção (água subterrânea)	1,0 UT ⁽²⁾ em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	1,0 UT ⁽²⁾
Filtração lenta	2,0 UT ⁽²⁾ em 95% das amostras

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade de turbidez.

Art.14. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco para a saúde expresso na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3 - Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP ⁽¹⁾
INORGÂNICAS		
Antimônio	mg/L	0,005
Arsênio	mg/L	0,01
Bário	mg/L	0,7
Cádmio	mg/L	0,005
Cianeto	mg/L	0,07
Chumbo	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	2
Cromo	mg/L	0,05
Fluoreto ⁽²⁾	mg/L	1,5
Mercurio	mg/L	0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10
Nitrito (como N)	mg/L	1
Selênio	mg/L	0,01
ORGÂNICAS		
Acrilamida	µg/L	0,5
Benzeno	µg/L	5
Benzo[a]pireno	µg/L	0,7
Cloreto de Vinila	µg/L	5
1,2 Dicloroetano	µg/L	10
1,1 Dicloroetano	µg/L	30
Diclorometano	µg/L	20
Estireno	µg/L	20
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	2
Tetracloroetano	µg/L	40
Triclorobenzenos	µg/L	20
Tricloroetano	µg/L	70

AGROTÓXICOS		
Alaclor	µg/L	20,0
Aldrin e Dieldrin	µg/L	0,03
Atrazina	µg/L	2
Bentazona	µg/L	300
Clordano (isômeros)	µg/L	0,2
2,4 D	µg/L	30
DDT (isômeros)	µg/L	2
Endossulfan	µg/L	20
Endrin	µg/L	0,6
Glifosato	µg/L	500
Heptacloro e Heptacloro epóxido	µg/L	0,03
Hexaclorobenzeno	µg/L	1
Lindano (γ-BHC)	µg/L	2
Metolacloro	µg/L	10
Metoxicloro	µg/L	20
Molinato	µg/L	6
Pendimetalina	µg/L	20
Pentaclorofenol	µg/L	9
Permetrina	µg/L	20
Propanil	µg/L	20
Simazina	µg/L	2
Trifluralina	µg/L	20
CIANOTOXINAS		
Microcistinas ⁽³⁾	µg/L	1,0
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO		
Bromato	mg/L	0,025
Clorito	mg/L	0,2
Cloro livre ⁽⁴⁾	mg/L	5
Monocloramina	mg/L	3
2,4,6 Triclorofenol	mg/L	0,2
Trihalometanos Total	mg/L	0,1

NOTAS: (1) Valor Máximo Permitido.

(2) Os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado o VMP desta Tabela.

(3) É aceitável a concentração de até 10 µg/L de microcistinas em até 3 (três) amostras, consecutivas ou não, nas análises realizadas nos últimos 12 (doze) meses.

(4) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

Art. 15. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de radioatividade expresso na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4 - Padrão de radioatividade para água potável

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP ⁽¹⁾
Radioatividade alfa global	BQ/L	0,1(2)
Radioatividade beta global	BQ/L	1,0(2)

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Se os valores encontrados forem superiores aos VMP, deverá ser feita a identificação dos radionuclídeos presentes e a medida das concentrações respectivas. Nesses casos, deverão ser aplicados, para os radionuclídeos encontrados, os valores estabelecidos pela legislação pertinente da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, para se concluir sobre a potabilidade da água.

Art. 16. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo expresso na Tabela 5, a seguir:

Tabela 5 - Padrão de aceitação para consumo humano

PARAMETRO	UNIDADE	VMP ⁽¹⁾
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH ₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH ⁽²⁾	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Odor	-	Não objetável ⁽³⁾
Gosto	-	Não objetável ⁽³⁾
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT ⁽⁴⁾	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).

(3) critério de referência

(4) Unidade de turbidez.

§ 1º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

§ 2º Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L.