

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
DOCTORADO EM MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

OLIVIA MARA SAVI BUSCH

**QUALIDADE DA ÁGUA E SAÚDE HUMANA: RISCOS POTENCIAIS
FACE AO PROCESSO DE OCUPAÇÃO URBANA NO ENTORNO DA
REPRESA DO PASSAÚNA - CURITIBA – PR**

Curitiba
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
DOCTORADO EM MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

OLIVIA MARA SAVI BUSCH

**QUALIDADE DA ÁGUA E SAÚDE HUMANA: RISCOS POTENCIAIS
FACE AO PROCESSO DE OCUPAÇÃO URBANA NO ENTORNO DA
REPRESA DO PASSAÚNA - CURITIBA – PR**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, da Universidade Federal do Paraná, como Requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Orientador: Prof^a Dr^a Eleusis Ronconi Nazareno.

Co-orientadores:

Prof. Dr. Francisco de Assis Mendonça.

Prof. Dr. Marco Tadeu Grassi.

Curitiba
2009



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento
Rua dos Funcionários, 1540- Juvevê- CEP: 80035-050 Curitiba-Pr
Fone (Fax) 41- 350 57 64
Fone (Fax) 41- 350 57 64
E-mail: made@ufpr.br
Home-Page: www.doutmeio.ufpr.br

Ata da sessão pública da argüição da tese para obtenção do grau de Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento no.100. Aos vinte e oito dias do mês de julho de dois mil e nove, às 14:00 horas na Sede do Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Federal do Paraná - Setor de Ciências Agrárias foram instalados os trabalhos da Banca Examinadora, constituída pelos doutores: Eleusis Ronconi Nazareno (orientadora - UFPR), Cristina de Araújo Lima (UFPR), Marco Tadeu Grassi (UFPR), Rosemeri Segecin Moro (UEPG) e Olga Lucia Firkowski (UFPR) para argüição da tese de Doutorado apresentada pela candidata **Olivia Mara Savi Busch**, intitulada “*Qualidade da água e saúde humana: riscos potenciais face ao processo de ocupação urbana no entorno da Represa do Passaúna - Curitiba-Pr*”. A sessão teve início com a Profª. Eleusis Ronconi Nazareno na Presidência dos trabalhos. Em seguida foi concedida a palavra a cada um dos examinadores, para realização de suas respectivas argüições. A doutoranda apresentou sua defesa. Na seqüência, a Professora Presidente retomou a palavra para as considerações finais. A banca reunida sigilosamente decidiu pela Aprovação da candidata. Com menção: (X) Distinção () Louvor. Em seguida, a senhora Presidente declara aprovada a doutoranda, que recebeu o título de Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano. Nada mais havendo a tratar encerra-se a presente sessão a qual será assinada pela Comissão Examinadora.

Curitiba, 28 de julho de 2009.

Profª. Dra. Eleusis Ronconi Nazareno

Profª. Dra. Cristina de Araújo Lima

Prof. Dr. Marco Tadeu Grassi

Profª. Dra. Rosemari Segecin Moro

Profª. Dra. Olga Lucia Firkowski

*“O que mais preocupa não é nem
mesmo o grito do violento, dos corruptos,
dos desonestos, dos sem caráter, dos sem ética.
O que mais preocupa é o silêncio dos bons”*
Martin Luter King

Dedico a minha conquista àqueles que nem
sempre conseguiram estar a meu lado nos momentos
felizes, mas se fazem presentes, incondicionalmente, em todas
as horas menos felizes.

Nesta passagem terrena eu os chamo de

...meu filho

...meus pais

...meus irmãos e irmãs

...meus cunhados e cunhadas

...meus sobrinhos e sobrinhas.

Minha Família!

Amo muito vocês.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento da UFPR.

À Professora Eleusis Nazareno Ronconi, pelo carinho, atenção e respeito ao meu “tempo” interno. Você foi muito mais que uma orientadora.

Ao professor Marcos Tadeu Grassi, que soube conduzir com suavidade e generosidade o processo de caracterização da água da Represa Passaúna.

Ao professor Francisco Mendonça, pelas sugestões e direcionamentos do trabalho.

A todos os integrantes da Turma VII do MADE. Aprendi muito com vocês.

Às funcionárias Iolanda e Cássia, secretárias do programa de pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, pela amizade e apoio prestados.

Aos colegas do Laboratório de Química Ambiental, pelas análises realizadas.

Ao Schemim, pelo acompanhamento nas campanhas de coleta.

À minha amiga e irmã Karla, pela acolhida, pelo carinho, pelo exemplo de perseverança, de dedicação e pela querida Duda. Com você o andar pelo caminho do conhecimento foi prazeroso.

Às amigas Maria Aparecida, Giovana, Anelise, Milene pelo carinho e companheirismo de sempre. Com vocês a caminhada ficou mais leve.

Às amigos (as) que estiveram longe ou mais perto, mas sempre se fizeram presentes.

A *Ele*, que me deu a vida sob a forma de jardim e, como generoso jardineiro, lançou ao solo as sementes do amor e da amizade, que nasceram sob a forma de flores família, flores amigos, flores oportunidades, flores...

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

O modelo de desenvolvimento vigente em quase todo o mundo impõe ao ambiente urbano graves conseqüências: aceleração do crescimento das cidades, poluição da água, do ar e do solo que aliados as novas tecnologias e ao desconhecimento mundial da extensão dos danos sociais e ambientais, potencializam a vulnerabilidade e os riscos para os ambientes das cidades, além de gerar problemas de longo prazo. A área de estudo deste trabalho foi composta por dois aglomerados urbanos situados às margens da Represa do Passaúna, Vila São José (Curitiba), bairro Ferraria (Campo Largo) e a própria represa. Entre os múltiplos fatores na relação saúde/ambiente que podem alterar o estado de saúde humana, a problemática da degradação contínua dos mananciais de abastecimento público de água recebeu um olhar aprofundado. Com este fito foi avaliada a qualidade da água da represa, o avanço da ocupação urbana e o aumento populacional no entorno da mesma. Face a ocupação desordenada do solo ocorrida, discute-se a influência desse processo na agregação de riscos futuros à saúde através da água de consumo contendo poluentes químicos emergentes, em especial os que atuam sobre o sistema endócrino (interferentes endócrinos). A hipótese norteadora foi de que tanto a ocupação urbana no entorno de mananciais como a falta de infraestrutura de saneamento aumentam o aporte de esgoto doméstico nas águas de consumo humano, o que contribui – devido à presença de micropoluentes químicos – para a agregação de riscos à saúde da população consumidora atual e das gerações futuras. A metodologia empregada para o estudo da problemática foi norteadora pelos pressupostos da pesquisa descritiva e explicativa com procedimentos de abordagem quantitativa compondo um estudo longitudinal em duas séries históricas. Para a avaliação das características retrospectivas da qualidade da água foram selecionados cinco parâmetros químicos (pH, alcalinidade, DBO, DQO e sólidos suspensos totais) e dois microbiológicos (concentração de bactérias coliformes totais e termotolerantes) em dez pontos amostrais que compuseram a série histórica anual (1998-2007). Para tanto foi utilizado o banco de dados disponibilizados pelo IAP e a SUDERHSA, que foram reunidos e organizados por ponto de amostragem, nos 12 meses de cada ano os quais foram tabulados utilizando-se o programa *Excel*, para obter a média e a mediana por parâmetro por ano para subsidiar a análise da tendência da série histórica retrospectiva no tocante as características químicas e microbiológicas. Os dados tabulados, divididos em dois grupos (químico e microbiológico) sofreram análise estatística por variável e por ponto amostral em cada ano da série histórica, aplicando-se o programa computacional Origin Pro-8, que foi utilizado juntamente com gráficos de linha da linha média e linha de tendência elaborados no programa *Excel*. A qualidade da água foi também avaliada em série histórica mensal de doze meses (11/2007 a 10/2008) em seis pontos amostrais, através de traçadores químicos (sólidos suspensos totais, alcalinidade, cloretos, DBO e caracterização da matéria orgânica) que sofreram o mesmo tratamento estatístico empregado na série histórica anual. Os resultados encontrados apontam que, concomitantemente ao rápido avanço da urbanização, com adensamento intensivo da população, a qualidade da água da represa foi gradativamente degradada pelo aporte de esgoto doméstico, comprovado nesse estudo pela variação linear similar entre a concentração de cloretos e da DBO; a intensidade de fluorescência/COTmgL⁻¹ centrados no intervalo de comprimento de onda de 300 a 350 nm, para todos os pontos de monitoramento da série histórica mensal o que indica a presença de matéria orgânica recente tanto na água do rio Passaúna, como no corpo da represa e a concentração elevada de bactérias termotolerantes na série histórica anual.

Palavras-chave: Risco e vulnerabilidade socioambiental urbana. Qualidade da água e saúde. Interferentes endócrinos. Disruptores endócrinos.

ABSTRACT

The model of development in most of the world urban environment imposes serious consequences: accelerated growth of cities, water pollution, air and soil that combined new technologies and ignorance of the extent of global social and environmental damage, potentiate vulnerability and risk to the environment of cities, and generate long-term problems. The study area of this study was composed of two urban areas located on the banks of the dam Passaúna, Villa São José (Curitiba), neighborhood Ferreira (Campo Largo) and the dam itself. Among the many factors in the relationship between health / environment that can change the state of human health, the issue of continuing degradation of water sources for public water supply has received a thorough look. With this aim we evaluated the quality of water from the dam, the advancement of urban settlement and the increase in population around them. Given the irregular occupation of the soil, we discuss the influence of this process in the aggregation of potential health risks through drinking water containing chemical pollutants emerging, especially those that act on the endocrine system (endocrine disruptors). The guiding hypothesis was that both the urban settlement in the vicinity of water sources such as lack of sanitation infrastructure increase the inflow of domestic sewage waters for human consumption, which contributes - due to the presence of chemical micropollutants - for the aggregation of risks health of consumers present and future generations. The methodology used to study the question was guided by assumptions descriptive and explanatory procedures with quantitative approach composing a longitudinal study in two historical series. For the retrospective evaluation of the characteristics of water quality were selected five chemical parameters (pH, alkalinity, DBO, COD and total suspended solids) and two microbiological parameters (concentration of total and thermotolerant coliform bacteria) in ten sample points that made up the annual series (1998-2007). For this purpose we used the database and makes available the IAP SUDERHSA, which were collected and organized by sampling point in the 12 months of each year which were plotted using the Excel program to obtain the mean and median for a parameter years to help analyze the trend of retrospective series regarding the chemical and microbiological characteristics. The tabulated data were divided into two groups (chemical and microbiological) were variable and statistical analysis for sample point in each year of the series, applying the computer program Origin Pro 8, which was used in conjunction with line graphs of the line average and trend line drawn in the Excel program. Water quality was also assessed in a monthly series of twelve months (11/2007 to 10/2008) in six sampling points, using chemical tracers (total suspended solids, alkalinity, chlorides, DBO and characterization of organic matter) who suffered the same statistical analysis used in the annual series. The results show that, along with the rapid pace of urbanization, population density, intensive, the quality of water from the dam was gradually degraded by the inflow of domestic sewage, as demonstrated in this study by similar linear variation between the concentration of chlorides and DBO; the intensity of fluorescência/COTmgL-1 centered wavelength range from 300 to 350 nm, for all monitoring points in the time series monthly indicating the presence of both recent organic matter in river water Passaúna, and body the dam and the high concentration of coliform bacteria in the annual series.

Keywords: Risk and urban socio-environmental vulnerability. Water quality and health. Endocrine disruptors.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – TEMÁTICAS INDIVIDUAIS DE PESQUISA.....	12
QUADRO 2 – CATEGORIAS E INTERFACES DAS PESQUISAS	13
QUADRO 3 – EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS ASPECTOS DE SAÚDE PÚBLICA E MEIO AMBIENTE NO SETOR DE SANEAMENTO NO BRASIL.....	68
QUADRO 4 – EVOLUÇÃO DOS OBJETIVOS DO TRATAMENTO DE ESGOTOS EM PAÍSES DESENVOLVIDOS.....	69
QUADRO 5 – PRINCIPAIS SUBPRODUTOS DECORRENTES DA CLORAÇÃO DA ÁGUA	129
QUADRO 6 – PRINCIPAIS HORMÔNIOS RELACIONADOS COM O SISTEMA ENDÓCRINO	139
QUADRO 7 – OCORRÊNCIA E USO DE ALGUNS INTERFERENTES ENDÓCRINOS	150
QUADRO 8 – ALGUNS INTERFERENTES ENDÓCRINOS E SEUS EFEITOS EM HUMANOS	152
QUADRO 9 – CLASSIFICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS SÓLIDOS EM FUNÇÃO DO TAMANHO	203

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – POPULAÇÃO RURAL, URBANA E TOTAL DO BRASIL, NO PERÍODO DE 1940 - 2000	76
TABELA 2 – POPULAÇÃO E TAXA DE CRESCIMENTO DAS REGIÕES METROPOLITANAS DO BRASIL, 1991, 1996 E 2000	77
TABELA 3 – QUANTIDADE MÉDIA DE ESTRÓGENOS DIARIAMENTE EXCRETADA NA URINA DE HUMANOS.....	140
TABELA 4 – LISTA COMPOSTOS CLASSIFICADOS COMO I.E. POR VÁRIAS ORGANIZAÇÕES	155
TABELA 5 – CONCENTRAÇÕES DE ALGUNS INTERFERENTES ENDOCRINOS ENCONTRADOS NA ÁGUA BRUTA E NA ÁGUA TRATADA EM 51 ESTAÇÕES NA EUROPA.....	156
TABELA 6 – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO PASSAÚNA E RESPECTIVAS ÁREAS OCUPADAS	173
TABELA 7 – LIMITES ESTABELECIDOS PELA RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 PARA CORPOS D'ÁGUA CLASSE 2..	180
TABELA 8 – EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO ENTRE 1992 E 2000.....	191
TABELA 9 – TEMPERATURA (°C) DURANTE O PERÍODO DE COLETA: SÉRIE HISTÓRICA MENSAL	201

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	9
FIGURA 2 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO INTEGRADO DE CURITIBA.....	17
FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DA REPRESA DO RIO PASSAÚNA.....	18
FIGURA 4 - BUFFER DAS ÁREAS CONTÍGUAS À REPRESA DO PASSAÚNA.....	29
FIGURA 5 - PONTOS DE MONITORAMENTO IAP/SUDERHSA.....	30
FIGURA 6 - PONTOS DE MONITORAMENTO DA SEQUENCIA MENSAL DA PESQUISA.....	32
FIGURA 7 - SEQUÊNCIA DOS PROCEDIMENTOS DE COLETA - PRIMEIRA ETAPA.....	33
FIGURA 8 - REPRESA DO PASSAÚNA E ENTORNO - 1963.....	39
FIGURA 9 - REPRESA DO PASSAÚNA E ENTORNO - 1980	40
FIGURA 10 - REPRESA DO PASSAÚNA E ENTORNO - 1985	41
FIGURA 11 - REPRESA DO PASSAÚNA E ENTORNO - 1992	42
FIGURA 12 - REPRESA DO PASSAÚNA E ENTORNO - 2000	43
FIGURA 13 - PLANO AGACHE, ESQUEMA E PLANTA. ZONEAMENTO DO PLANO PRELIMINA DE URBANISMO.....	86
FIGURA 14 - PRINCIPAIS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	89
FIGURA 15 - SISTEMA ENDÓCRINO E SUAS PRINCIPAIS GLÂNDULAS	138
FIGURA 16- REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA PRINCIPAL VIA DE ENTRADA DE IE HORMONAIIS EM SISTEMAS AQUÁTICOS.....	141
FIGURA 17 - DISFUNÇÕES ENDÓCRINAS: (a) RESPOSTA NATURAL; (b) EFEITO AGONISTA; (c) EFEITO ANTAGONISTA.....	143
FIGURA 18 - LOCALIZAÇÃO DA RMC, O AGLOMERADO URBANO EM 2004 E A EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO URBANA.	161
FIGURA 19 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM PARTE DA REGIÃO SUDOESTE DO MUNICÍPIO DE CURITIBA EM 2006	165
FIGURA 20 – APA DO PASSAÚNA	167
FIGURA 21 - LOCALIZAÇÃO DO PARANÁ, REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, BACIA DO ALTÍSSIMO IGUAÇÚ E RIOS DO SUBSISTEMA DE MONITORAMENTO.....	168
FIGURA 22 - BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ALTO IGUAÇÚ	169
FIGURA 23 - ÁREA DESTINADA À REPRESA.....	176
FIGURA 24 - TERRAPLANAGEM REPRESA	176
FIGURA 25 - TORRE DE CAPTAÇÃO	176
FIGURA 26 - TORRE DE CAPTAÇÃO	176
FIGURA 27 - CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM.....	176
FIGURA 28- ENCHIMENTO DO LAGO.....	176
FIGURA 29 - CANAL EXTRAVASADOR SEM LAMINA D'ÁGUA.....	177
FIGURA 30 - CANAL EXTRAVASADOR COM LAMINA D'ÁGUA	177
FIGURA 31 - VISTA AÉREA DO RESERVATÓRIO PASSAÚNA	177
FIGURA 32 - VISÃO PARCIAL DA REPRESA DO PASSAÚNA.....	177

FIGURA 33 – DELIMITAÇÃO DA ÁREA.....	180
FIGURA 34 - AGLOMERADOS URBANOS DE FERRARIA E SÃO JOSÉ.....	182
FIGURA 35 - OCUPAÇÕES IRREGULARES NA RMC.....	183
FIGURA 36 - ÁREAS DE INVASÃO EM SÃO JOSÉ.....	184
FIGURA 37 - VIA INTERNA DA ÁREA DE INVASÃO.....	184
FIGURA 38-ÁREA COM DECLIVE ACENTUADO EM SÃO JOSÉ (ESQUERDA) E FERRARIA (DIREITA).....	184
FIGURA 39 - LIXO ÀS MARGENS DA REPRESA EM FERRARIA.....	185
FIGURA 40 - CONDOMÍNIO FECHADO EM FERRARIA.....	185
FIGURA 41 - PARQUE DO PASSAÚNA.....	185
FIGURA 42- LOTEAMENTOS REGULARES FERRARIA.....	186
FIGURA 43- LOTEAMENTOS REGULARES SÃO JOSÉ.....	186
FIGURA 44 - ÁREA DE INVASÃO FERRARIA.....	186
FIGURA 45 - ÁREA DE INVASÃO SÃO JOSÉ.....	186
FIGURA 46 - REDE ÁGUA PLUVIAL COM ESGOTO.....	187
FIGURA 47 – ORTOFOTOGRAFIA BAIRRO FERRARIA - 2007.....	188
FIGURA 48 - BAIRRO AUGUSTA.....	189
FIGURA 49 - ESGOTO À CEU ABERTO SÃO JOSÉ.....	190
FIGURA 50 - ESGOTO EM GALERIA DE ÁGUA PLUVIAL.....	191
FIGURA 51 - POÇO DE VISITA NA VILA JOSÉ EXTRAVAZANDO.....	191
FIGURA 52 - REDE DE ESGOTO BAIRRO FERRARIA.....	192
FIGURA 53 - USO DO SOLO REPRESA DO PASSAÚNA E ENTORNO -2000.....	193
FIGURA 54 - ESGOTO LANÇADO NA RUA EM SÃO JOSÉ.....	194
FIGURA 55 - ÁREA ALAGADA PELO TRANSBORDAMENTO DO TANQUE DE TRATAMENTO EM SÃO JOSÉ.....	194
FIGURA 56 - LIXO JOGADO ÀS MARGENS DA REPRESA EM FERRARIA.....	195
FIGURA 57 - REDE DE ESGOTO PROJETADA E A INSTALADA.....	196
FIGURA 58 - ENTORNO DO PONTO 211 – COLETA JUNHO DE 2008.....	202
FIGURA 59 - SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS SÉRIE HISTÓRICA MENSAL.....	204
FIGURA 60 - MÉDIA E TENDÊNCIA SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS: SÉRIE HISTÓRICA MENSAL.....	204
FIGURA 61 - pH SÉRIE HISTÓRICA MENSAL.....	206
FIGURA 62 - MÉDIA E TENDÊNCIA pH SÉRIE HISTÓRICA MENSAL.....	206
FIGURA 63 - MÉDIA E TENDÊNCIA pH SÉRIE HISTÓRICA ANUAL.....	207
FIGURA 64 - ALCALINIDADE SÉRIE HISTÓRICA MENSAL.....	209
FIGURA 65 - MÉDIA E TENDÊNCIA ALCALINIDADE SÉRIE HISTÓRICA ANUAL.....	209
FIGURA 66 - MÉDIA E TENDÊNCIA ALCALINIDADE SÉRIE HISTÓRICA MENSAL.....	210
FIGURA 67 -MÉDIA/TENDÊNCIA CLORETOS SÉRIE HISTÓRICA MENSAL.....	211
FIGURA 68 - CLORETOS SÉRIE HISTÓRICA MENSAL.....	212
FIGURA 69 - DBO E DQO SÉRIE HISTÓRICA MENSAL.....	216
FIGURA 70 - MÉDIA/TENDÊNCIA DBO E DQO SÉRIE HISTÓRICA ANUAL.....	217

FIGURA 71 - MÉDIA E TENDÊNCIA DBO E DQO SÉRIE HISTÓRICA MENSAL.....	218
FIGURA 72 - MÉDIA E TENDÊNCIA COLIFORMES TOTAIS SÉRIE HISTÓRICA ANUAL	222
FIGURA 73 - MÉDIA E TENDÊNCIA COLIFORMES FECAIS SÉRIE HISTÓRICA ANUAL.....	222
FIGURA 74 - MÉDIA E TENDÊNCIA ESCHERICHIA COLI SÉRIE HISTÓRICA ANUAL	223
FIGURA 75 - ESPECTROS DE FLUORESCÊNCIA MOLECULAR – MODO SICRONIZADO	225
FIGURA 76 - INTENSIDADE DE FLUORESCÊNCIA – MODO SINCRONIZADO NA SÉRIE HISTÓRICA MENSAL	227

LISTA DE SÍMBOLOS

C	– grau centígrado
Kg	– kilograma - 1 kg = 1000 g
μ	– micron – 10^{-6} m = 0,000001
μ g	– micrograma = 10^{-6} g
μ L	– microlitro = 10^{-6} L
mg	– miligrama - 1g = 1000 mg ou 10^{-3} g
mL	– mililitro = 10^{-3} L
nm	– nanômetro (10^{-9} m)
%	– por cento

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1	
A INTERDISCIPLINARIDADE NO MADE	4
1.1 O ESTUDO INTERDISCIPLINAR NO MADE.....	5
1.1.1 A Construção da Problemática Comum.....	8
1.1.2 Interfaces das temáticas individuais de pesquisa.....	11
1.2 APRESENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA INDIVIDUAL	15
1.3 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	20
1.3.1 Hipótese	26
1.3.2 Objetivo geral	26
1.3.3 Objetivos específicos.....	26
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	27
CAPÍTULO 2	
SAÚDE E MEIO AMBIENTE.....	45
2.1 A RELAÇÃO HOMEM –NATUREZA.....	46
2.2 UM OLHAR ABRANGENTE SOBRE O CONCEITO DE RISCO E SAÚDE.....	52
2.3 RELAÇÃO SAÚDE – AMBIENTE.....	57
2.3.1 Determinantes ambientais de saúde.....	62
2.3.2 A questão particular da água de consumo humano e o esgotamento sanitário.....	66
2.4 URBANIZAÇÃO E SANEAMENTO.....	72
2.4.1 Urbanização no Brasil.....	72
2.4.2 Saneamento no Brasil.....	80
2.4.3 Urbanização e Saneamento em Curitiba.....	85
CAPÍTULO 3	
RISCO E VULNERABILIDADE	91
3.1 RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAIS	92
3.1.1 A sociedade contemporânea sob a ótica do risco e da vulnerabilidade.....	92
3.1.2 O paradigma da “sociedade de risco” de Ulrich Beck.....	94
3.1.3 Risco: noções gerais e conceitos.....	99
3.1.4 Vulnerabilidade: noções gerais e conceitos	105
3.1.5 Riscos e vulnerabilidades no meio ambiente urbano.....	110
3.2 RISCOS EMERGENTES	116
3.2.1 Riscos advindos da degradação da qualidade da água.....	120
3.2.2 Riscos emergentes nas águas de abastecimento urbano.....	126
3.2.3 Os interferentes endócrinos	131

3.2.4 Um panorama sobre os interferentes endócrinos	154
--	------------

CAPÍTULO 4

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	160
4.1 A REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA	161
4.2 A PORÇÃO SUDOESTE DO AGLOMERADO URBANO DE CURITIBA	162
4.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PASSAÚNA	168
4.3.1 Clima	170
4.3.2 Cobertura vegetal e usos do solo	170
4.3.3 Meio socioeconômico: uma breve abordagem.....	173
4.4 REPRESA DO PASSAÚNA	175
4.5 OS AGLOMERADOS URBANOS DE FERRARIA E SÃO JOSÉ.....	180

CAPÍTULO 5

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	198
5.1 ANÁLISE DA ÁGUA DA REPRESA DO PASSAÚNA.....	199
5.2 CLASSIFICAÇÃO DO CORPO AQUÁTICO.....	199
5.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS	200
5.3.1 TEMPERATURA.....	201
5.3.2 Sólidos suspensos totais (SST).....	202
5.3.3 Potencial de hidrogênio (pH).....	205
5.3.4 Alcalinidade.....	207
5.3.5 Cloretos.....	210
5.3.6 Compostos orgânicos.....	212
5.3.7 Organismos indicadores de contaminação fecal.....	218
5.3.8 Caracterização da matéria orgânica.....	223

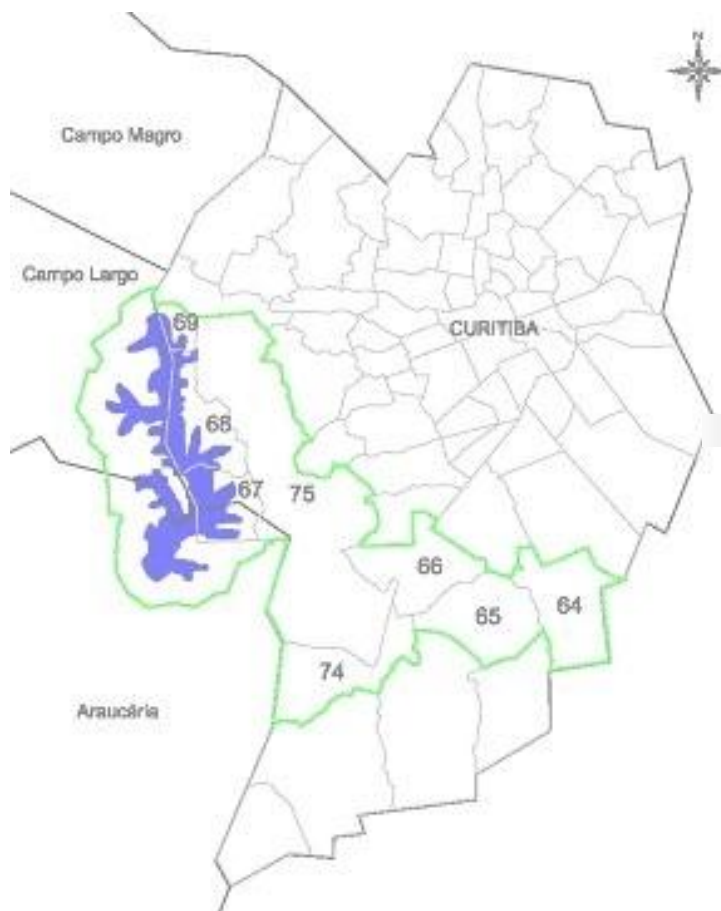
CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES	228
6.1 CONCLUSÃO.....	229
6.2 CONSIDERAÇÕES	233
REFERÊNCIAS	237

ANEXOS

ANEXO I - RESOLUÇÕES CONAMA E PORTARIA DO MINISTÉRIO DA SAÚDE.....	258
ANEXO II - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PONTOS AMOSTRAIS.....	302

Apesar da evidência que somos um animal entre vários animais, ainda queremos crer que somos uma outra categoria de ser - a categoria que domina todas as outras incluindo o meio em que vivemos.
KATJA, 2005



INTRODUÇÃO

Na atualidade, o modelo de desenvolvimento vigente em quase todo o mundo impõe ao ambiente urbano graves consequências: a aceleração do crescimento das cidades, o aumento de problemas ambientais como a poluição atmosférica, da água, visual e sonora, além da aglomeração da população urbana em zonas periféricas industriais, gerando desdobramentos relevantes à questão do uso e da ocupação do solo. Tais fatores, aliados às novas tecnologias e ao desconhecimento mundial da extensão dos danos sociais e ambientais, potencializam a vulnerabilidade e os riscos para os ambientes das cidades, além de gerar problemas de longo prazo, uma vez que os danos ambientais refletem ulteriores danos às populações humanas. São, também, cada vez mais intensos os conflitos sociais que emergem nas sociedades progressivamente mais desiguais, nas quais as políticas públicas e as ações de inclusão social se mostram imprescindíveis como fator de minimização destes conflitos (BUSCH et al., 2007)

O meio ambiente urbano, assim, passa a constituir um novo ambiente que combina o social com o natural sob padrões de alta centralidade e densidade, resultando, dentre outros problemas, no estreitamento da relação entre riscos urbanos e as questões de uso e ocupação do solo. De um modo geral, o agravamento crescente dos problemas ambientais nas metrópoles é alimentado pelo modelo de apropriação do espaço, que reflete as desigualdades sócioeconômicas vigentes, aliadas à pouca eficácia das políticas públicas e a uma certa inércia da administração pública na detecção, coerção, correção e proposição de medidas visando ao ordenamento do território e à garantia da melhora da qualidade de vida da população. Em vista disso, nas análises urbanas, ao estudar de maneira particular os inúmeros elementos que compõem a cidade, não se deve ignorar a construção da totalidade. É preciso ter em mente a visão da totalidade para não levar à derivação de aspectos parciais isolados e resultar em equívocos como as soluções tecnocráticas fragmentadas (JACOBS, 2001; LAVELL, 1996).

No contexto da modernidade tardia ou pós-modernidade e dentro da realidade complexa constituída pelo processo de urbanização, metropolização e segregação urbano-social, a discussão sobre a cidade também se coloca no intrincado contexto técnico-científico do desenvolvimento econômico e da construção de indústrias, moradias, infraestrutura, vias de transporte, dentre outras, e da segregação econômica, social, espacial e política de seus habitantes, fato esse comum a quase todos os países. Todas elas têm consequências e reflexos em outras questões, como o estado de saúde atual e futuro de seus habitantes, a qualidade de

vida, a cidadania, a dignidade humana, a falta de segurança e a exposição à violência crescente.

Procurando aplicar a visão da totalidade, conforme anteriormente exposta, procura-se nesse trabalho estudar a porção sudoeste do aglomerado urbano da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), no tocante a risco e vulnerabilidades sócioambientais urbanos à saúde, decorrentes da evolução da ocupação urbana e do crescimento da população no entorno da represa do Passaúna.

O recorte espacial estabelecido compreende os bairros que se encontram no entorno da represa do Passaúna, e entre os múltiplos fatores na relação saúde/ambiente que podem alterar o estado de saúde humana, elegeu-se a problemática da degradação contínua que vem sofrendo os mananciais de abastecimento público de água ao longo do tempo. Propôs-se verificar a alteração da qualidade da água da represa, o avanço da ocupação urbana e o aumento populacional no entorno da mesma, ao mesmo tempo em que faz uma discussão, com base na literatura existente, sobre riscos potenciais a saúde pelo consumo de água contendo poluentes químicos emergentes, em especial os grupos que atuam sobre o sistema endócrino.

No âmbito do Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento (MADE) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), o projeto didático pedagógico do Programa tem como premissa o pensar e agir interdisciplinar, a fim de propiciar o diálogo de saberes entre as ciências da natureza e as ciências da sociedade. Este modo de fazer permeia todas as etapas que compõem o Programa, desde os conteúdos disciplinares até a elaboração das teses individuais. Assim, os projetos, das teses a serem elaboradas são construídos e apresentados ao longo do curso, com o objetivo de fazer com que as mesmas derivem da discussão coletiva e interdisciplinar da relação sociedade/natureza, em curso na RMC.

*“O que sabemos é uma gota
O que ignoramos é um oceano”
Isaac Newton*



CAPÍTULO 1 **A INTERDISCIPLINARIDADE NO MADE**



1.1 O ESTUDO INTERDISCIPLINAR NO MADE

A sociedade contemporânea traz consigo um conjunto de conhecimentos construídos na esteira dos paradigmas da modernidade, caracterizados pelos campos cada vez mais delimitados do saber científico tecnológico como legitimação deste conhecimento. Esses conhecimentos, aparentemente profundos, são derivados do paradigma¹ que leva à fragmentação do saber e, por conseguinte, à especialização, com reflexo na análise de todas as questões, especialmente nas questões ambientais, que envolvem a todos os habitantes do planeta simultaneamente, mas são motivo de preocupação apenas para alguns (GUIMARÃES, 2004). O paradigma baseado no positivismo não é mais suficiente para o enfrentamento dos desafios da pós-modernidade, o que não invalida a sua importante contribuição para o processo epistemológico, apenas revela o seu limite.

Mendonça (2001, p.80), a respeito da questão disciplinar, coloca que:

“Os diversos campos disciplinares do conhecimento, por muito que tenham auxiliado no desenvolvimento ‘científico-técnico-tecnológico’ da sociedade, parecem ter também contribuído para a formação de um estado geral de crise no momento contemporâneo, crise inclusive de civilização, que demanda de políticos, cientistas, intelectuais etc... enfim dos mais diversos atores sociais, ações para a superação da mesma. É nesse sentido que superar o estágio modernista da estrita e estreita divisão disciplinar do conhecimento se apresenta como um desafio aos acadêmicos e pesquisadores. É também nesse sentido que o programa de doutorado interdisciplinar em meio ambiente e desenvolvimento (MADE) se coloca.”

Na ânsia de aprender cada vez mais sobre um ramo da ciência o homem, acaba por conhecer muito sobre uma pequena parte do todo, eis aí o paradoxo da especialização. O desenvolvimento da especialização divide ao infinito o território do conhecimento para que cada cientista ocupe como proprietário exclusivo e privado, seu minifúndio do saber, ao qual se apega com tremenda vaidade (MUNHOZ, 1996), resultando, não raramente, em uma ilha de saber cercado por um oceano de “ignorância”. Essa fragmentação crescente do horizonte epistemológico acaba por produzir a perda da perspectiva do todo.

Na atualidade, porém, o desafio colocado está diretamente relacionado a nossa capacidade de estarmos abertos aos outros saberes das diferentes áreas do conhecimento, pois saber é diferente de conhecimento. Saber é o processo pelo qual o sujeito se encontra

¹ Thomas Khun (1996) apud Fernandes e Sampaio (2008, p. 88) define paradigma como “as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”, porém, coloca que o “paradigma científico não está desconectado do paradigma predominante na sociedade, porque a ciência não está desligada da sociedade, da cultura, da natureza. Ela produz e se reproduz para e a partir destas realidades naturais, culturais e sociológicas. Um paradigma pode ser definido, assim, como um conjunto de valores e regras socioculturais universalmente aceitos por algum tempo em uma sociedade ou grupo cultural, moldando e conduzindo as suas práticas”.

modificado pelo que conhece, ou melhor, pelo trabalho realizado para conhecer. É o que permite a modificação do sujeito e a construção do objeto (LEFF, 2001). O saber pressupõe um sujeito modificado pela procura do conhecimento.

O conhecimento permite ampliar o número de objetos a conhecer, desenvolve a inteligência e propicia entender a razão (racionalidade), mas o sujeito que faz a pesquisa não se modifica. Assim, a problemática ambiental requer um saber de natureza interdisciplinar, para compreender as múltiplas relações de “causalidades e interdependências que estabelecem processos de diversas ordens de materialidade: física, biológica, cultural e social” (LEFF, 2001).

Segundo a perspectiva de Foucault sobre o saber e o conhecimento, podemos perceber o saber ambiental enquanto efeito dos processos de mudanças sociais, da emergência de uma nova consciência e de novos valores. Esse saber não é homogêneo, fechado ou acabado; mas configura-se com um espaço de construção marcado pela heterogeneidade, disperso, aberto, formado por múltiplas práticas sociais, que pode ir do “caboclo” destituído de cientificidade ao cientista embasado em teorias e métodos já modificados pelos saberes ambientais.

Difícilmente existirá uma ciência da síntese, mas a conjunção das ciências sob a perspectiva da humildade e da emergência poderá resultar em saberes diversos que tenham o todo como horizonte, mesmo reconhecendo os limites dessa abordagem, uma vez que o momento é sempre um fragmento instantâneo das mudanças, pois *“inventamos apenas uma pequena parcela dessa construção e qualquer tentativa de síntese de uma nova episteme, será sempre uma tentativa aproximada e singular, podendo ser cotejada com leituras e sínteses de outros autores”* (FLORIANI, 2004, p.134).

A interdisciplinaridade tem se mostrado um instrumento indispensável para o estudo da cidade com seus problemas e desafios. O fenômeno urbano, na sociedade pós-moderna, é complexo, contraditório, envolve inúmeros aspectos e agentes e está em constante movimento. É da interação destes aspectos e agentes que emergem a cada dia novas realidades sociais, ambientais, políticas, econômicas e culturais, as quais exigem um exame que aborde mais que apenas uma parte desse todo, levando em consideração as dinâmicas inseridas em processos mais amplos e uma possível totalidade (BUSCH et al., 2008). Assim, assumindo o desafio de estudar os problemas ambientais, dentro dessa perspectiva interdisciplinar, é que o programa de doutorado em meio ambiente e desenvolvimento foi criado.

Surge daí a necessidade de se analisar a urbe de maneira interdisciplinar. Trata-se de um modo de ver e de compreender a realidade, em que, delimitados uma temática, um recorte espaço-temporal e/ou problema comuns, cada pesquisador oriundo de áreas disciplinares distintas examina questões específicas a partir da sua ótica, estabelecendo, ao mesmo tempo, interfaces e diálogos com os demais estudiosos, oriundos de diferentes áreas do conhecimento. Isto não apenas para aprofundar e melhor entender a sua própria abordagem e contribuir para com o estudo do outro, mas também para que novos saberes surjam, exatamente nas fronteiras das diferentes áreas. Dessa maneira, aspectos da realidade anteriormente não percebidos tornam-se evidentes, assim como se revelam novas possibilidades e estratégias no enfrentamento de problemas existentes (BUSCH et al., 2008).

Tendo como referencial o olhar interdisciplinar sobre a cidade, é que os projetos de tese de cada um dos seis doutorandos da Turma VII, integrantes da linha de pesquisa Urbanização, Cidade e Ambiente Urbano, do Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento (MADE), da UFPR, foram elaborados, buscando discorrer na sua disciplinaridade o seu próprio limite, apontando como real necessidade a interação dos conhecimentos e das possibilidades em reconhecer as heterogeneidades no modo do fazer e do pensar. Pelos campos de atuação pertinentes a cada pesquisador (saúde, direito, urbano, arte e cultura e engenharia), foi possível constatar, na prática, que as ciências isoladas mostram-se insuficientes para apanhar a complexidade dos fatos sociais e ambientais inerentes à própria realidade, mesmo reconhecendo alguns temas importantes e úteis na análise, no caso a urbanização o risco e a vulnerabilidade, que por si só não explicam os fenômenos sócioambientais.

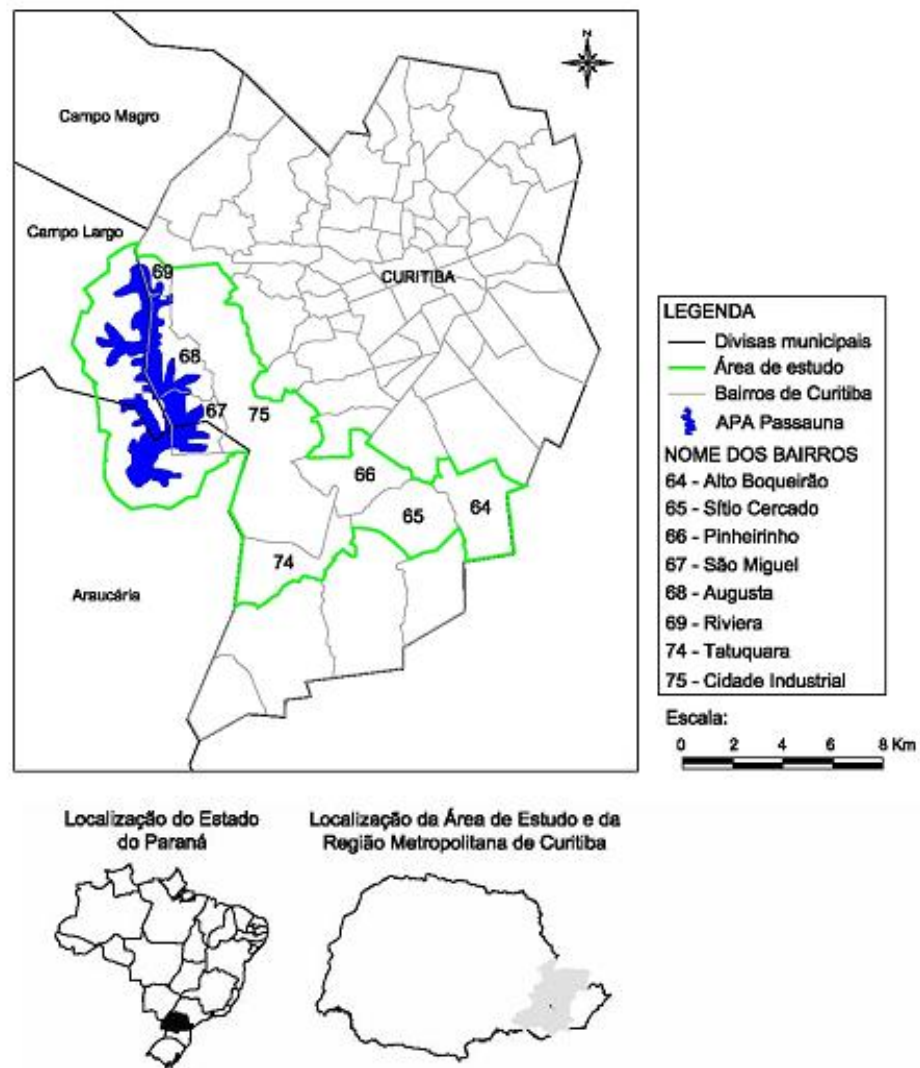
Portanto, se entendemos esses fenômenos sócioambientais como elementos de ordenação teórica do pensamento para analisar a realidade como sendo o resultado das interações atuais do homem com o ambiente e do estilo de vida que ele é levado a escolher, devemos reconhecer a importância da leitura interdisciplinar. Isto é, da leitura que, numa etapa posterior, não se contente em atingir todas as interações de reciprocidade dos vários conhecimentos, mas que situe estas ligações no interior de um sistema total, sem fronteiras estabelecidas, que aponte para uma síntese em que a soma dos elementos constitutivos do saber permita apreender a totalidade sem reduções. Obviamente o todo é maior e mais dinâmico que o resultado da própria somatória do saber sobre as partes.

Hoje, mais do que nunca, a ciência é fruto de um roteiro de criação que tem encaminhamentos imprevisíveis. A pesquisa interdisciplinar constitui, ao mesmo tempo, uma atitude e uma prática teórica de constante busca, que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados (MINAYO, 1998).

1.1.1 A construção da problemática comum

Os doutorandos da Turma VII (2005/2009), tendo como tema dado risco e vulnerabilidade nas cidades, decidiram voltar suas pesquisas para um dos segmentos mais dinâmicos da RMC: a porção sudoeste do aglomerado urbano (Figura 1), formado por parte da cidade de Curitiba e das cidades contíguas (Araucária e Campo Largo). Nesse segmento, onde residem mais de 400 mil pessoas está situada uma importante área de proteção ambiental - as Cidades Industriais de Curitiba (CIC) e Araucária (CIAR) - que nas três últimas décadas sofreram um processo intensivo de expansão urbana e industrial.

FIGURA 1- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



Fonte dos dados: IPPUC/IBGE/COMEC

Elaboração: IPD – Associação Instituto de Políticas e Desenvolvimento – IJUI – RS

Com efeito, a dinâmica particular da urbanização nessa área, compreendida como uma série de fatores determinantes e condicionantes do processo de crescimento urbano, é o ponto de partida para delimitar as características socioeconômicas e culturais da região objeto de estudo. Essas características serão analisadas sob o enfoque das categorias urbanização, risco e vulnerabilidade.

Para aprofundar o conhecimento sobre a realidade nessa área, os seis doutorandos da Linha de Pesquisa: Urbanização, Cidade e Ambiente Urbano elaboraram em conjunto um

estudo² reunindo informações que, sob a mescla dos olhares predispostos à abordagem interdisciplinar, consideraram relevantes para a caracterização da região sudoeste do aglomerado urbano da RMC (CENCI et al., 2006), para, a partir dela, formular uma problemática comum que servisse de orientação para as problemáticas dos trabalhos individuais de tese escolhidos. Desse trabalho restou evidente a necessidade de conhecer e analisar a região recorrendo às categorias de risco e vulnerabilidade tanto em relação ao ambiente urbano físico quanto aos grupos populacionais e suas atividades decorrentes do uso e ocupação do solo.

Esses riscos sócioambientais podem ser interpretados como o reflexo inerente ao modelo de desenvolvimento sócioeconômico vigente, que beneficia de modo diferente os diversos segmentos da população urbana. A identificação desses riscos exige a definição de ferramentas necessárias à gestão e ao monitoramento dos riscos, de instrumentos de prevenção e mitigação dos mesmos, bem como de metodologia e indicadores para detectar as vulnerabilidades evidentes ou não.

Ao considerar os vários grupos humanos envolvidos, os vários tipos de riscos e os diferentes graus de vulnerabilidade, o gerenciamento dessas situações não pode ignorar a constituição de comportamentos de resposta aos desastres historicamente construídos, os vários discursos rivais e os significados inerentes à vulnerabilidade e aos diversos interesses políticos predominantes.

Um vasto campo de reflexões fica aberto, para melhor articular as prerrogativas que incumbem legitimamente ao Estado em matéria de riscos, com as iniciativas e as competências das populações estabelecidas nos territórios e organizadas em coletividades. A ação dos sujeitos, atores e movimentos sociais, organizados institucionalmente ou não, é uma força que não deve ser subestimada, mas aceita como parceira nas ações sociais, pois é efetiva e eficaz. Nesse sentido, associações de bairros, clubes de mães, grupos de jovens, além das inúmeras organizações não governamentais (ONGs), constituem representantes desses movimentos sociais que, comprometidos com as suas cidades e as suas comunidades, lutam pela melhoria da qualidade de vida para aqueles que lhes são próximos.

² Para obter informações detalhadas sobre as características específicas do aglomerado urbano de parte da Região Sudoeste da RMC consultar o trabalho *Estudo de partes da Região Sudoeste de Curitiba e da APA do Passaúna: elementos para caracterização da área*, elaborado pelos doutorandos da Linha de Urbanização, cidade e ambiente urbano. UFPR, Paraná, Curitiba. CENCI et al., 2006 (mimeog.)

Alianças e cooperação entre as várias áreas do saber podem beneficiar tanto a sociedade quanto o ambiente no sentido de identificar as vulnerabilidades existentes, instrumentalizando, assim, a própria sociedade ou grupos sociais e o poder instituído no sentido de evitá-las e/ou reduzi-las. Essa é, pois uma das vias razoáveis que, em face dos riscos urbanos tão diversos, permite a compreensão das causas e de uma repartição equânime das responsabilidades. Contudo, o envolvimento dos habitantes/moradores das cidades nesse processo será proporcional a sua percepção sobre os perigos e sobre sua causalidade, bem como sobre as estratégias de enfrentamento adequado a serem adotadas ou modificadas, permanentemente.

Assim o acesso à informação, de forma clara e objetiva, pela população e pelo meio acadêmico, dos resultados e avanços ocorridos no estudo do risco e vulnerabilidade sócioambientais, será fator de importância para desencadear alianças de cooperação que evitem ou minimizem os efeitos sobre o ambiente e a população exposta a estes riscos.

A partir dos dados expostos no trabalho de caracterização da área de estudo e das questões que emergiram do diálogo interdisciplinar que se deu durante as oficinas de trabalho I e II (2006 e 2007) da linha de pesquisa Urbanização, Cidade e Ambiente Urbano, consolidou-se a ideia de que as dinâmicas de uso e ocupação do solo e os modos de vida em contextos periurbanos/periféricos estão frequentemente associados a situações de conflitos, riscos e vulnerabilidades sócioambientais.

Assim, tendo por subsídio o diagnóstico preliminar da área selecionada, mediado pelo diálogo do saber das ciências sociais e da natureza, a problemática comum ao grupo de alunos foi formulada da seguinte maneira:

As peculiaridades e heterogeneidades da porção sudoeste do aglomerado urbano da Região Metropolitana de Curitiba evidenciam lógicas antagônicas entre a ação deliberada e “espontânea” do desenvolvimento urbano. A qualidade de vida e as condições de vida revelam-se, ali, fortemente comprometidas, e manifestam desafiadoras dimensões de conflitos, riscos e vulnerabilidades sócioambientais urbanos.

1.1.2 Interfaces das temáticas individuais de pesquisa

Tendo por referencial o diagnóstico preliminar da Região Sudoeste do aglomerado urbano da RMC, elaborado pelos doutorandos da Turma VII – MADE/UFPR, procedeu-se a

análise das temáticas comuns em concomitância aos interesses individuais dos integrantes do grupo, que estão apresentadas no Quadro 1.

QUADRO 1 – TEMÁTICAS INDIVIDUAIS DE PESQUISA.

TEMAS INDIVIDUAIS E OBJETIVOS AMPLOS	TEMA COMUM	CATEGORIAS
<p>Karin Käsmayer Tema: A complexidade do ambiente urbano sob a ótica das estruturas de poder locais e do Estado, bem como a regulamentação das relações sócioambientais, aliada à discussão existente sobre os impasses da Justiça Ambiental. Objetivo: Da perspectiva de um Estado de Direito Ambiental, investigar as formas jurídicas e institucionais possíveis de implementação da justiça ambiental no ambiente urbano.</p>	Risco e vulnerabilidade sócioambiental	<ul style="list-style-type: none"> . dinâmica da urbanização . estrutura de poder local x global . regulamentação dos conflitos urbano-ambientais
<p>Daniel Rubens Cenci Tema: A ocupação e o uso do solo revelam dinâmicas peculiares e antagônicas, evidenciam conflitos sócioambientais que comprometem a qualidade de vida na área urbana. A vulnerabilidade e os riscos se apresentam de forma heterogênea, resultante do jogo de forças que atua subsumido nessa área. O modelo de desenvolvimento e urbanização adotado exige uma reflexão mais profunda sobre as dinâmicas, os sentidos e os atores presentes na ocupação e uso do solo, porquanto os conflitos sócioambientais em curso impedem a construção de cidades sustentáveis e a efetivação da cidadania no espaço urbano. Objetivo: Refletir sobre as dinâmicas, os sentidos e os atores presentes na ocupação e uso do solo, visando à construção de cidades sustentáveis e à efetivação da cidadania no espaço urbano.</p>		<ul style="list-style-type: none"> . uso e ocupação do solo . políticas públicas . conflito socioambiental . dignidade humana . cidadania . desenvolvimento sustentável . qualidade de vida
<p>Paulo Rolando de Lima Tema: A identificação dos riscos e vulnerabilidades decorrentes da dinâmica de ocupação e uso do solo no bairro CIC e suas consequências sobre a qualidade de vida dos seus habitantes. Objetivo: Identificar e analisar os riscos sócioambientais urbanos decorrentes do uso e ocupação do solo e as possibilidades de intervenção, no âmbito local, capazes de melhorar a situação encontrada e garantir a permanência de um grau de qualidade de vida compatível com a dignidade humana.</p>		<ul style="list-style-type: none"> . dinâmica da urbanização . uso e ocupação do solo . qualidade de vida . políticas públicas . ator/sujeito/sujeito coletivo . risco e vulnerabilidade . reflexividade . segregação espacial . cidadania . dignidade humana
<p>Olívia Mara Savi Busch Tema: Agregação de riscos futuros à saúde decorrente da evolução da ocupação urbana e o crescimento da população no entorno da Represa do Passaúna. Objetivo: avaliar a qualidade da água da Represa do Passaúna situada na RMC, a ocupação urbana no entorno da Represa em um período de tempo e discutir sua influência na agregação de riscos à saúde para a população consumidora atual e futura.</p>		<ul style="list-style-type: none"> . urbanização e saneamento . uso e ocupação do solo . risco e vulnerabilidade futuro . qualidade da água . agregação de riscos futuros à saúde
<p>Elisabeth Seraphim Prosser Tema: A arte de rua constitui um universo específico de representação que denuncia conflitos sócio-político-urbanos, a vulnerabilidade aos riscos urbanos e naturais e a exclusão social. Reflete, ainda, uma nova maneira de relacionamento com a cidade. Objetivo: Investigar a arte de rua como prática de representação e expressão de conflito risco e vulnerabilidade, buscando discernir sua complexidade e seus múltiplos significados, bem como as relações sociais e espaciais que a envolvem.</p>		<ul style="list-style-type: none"> . arte urbana . sujeito e ator social . cidadania . autonomia e participação
<p>Sanderson Alberto Medeiros Leitão Tema: Estudo da escassez de água na região em estudo. Objetivo: Investigar a problemática do risco e vulnerabilidade de escassez de água na área selecionada.</p>		<ul style="list-style-type: none"> . gestão de políticas públicas de recursos hídricos . escassez de água . uso do solo (atividades sócio-econômicas da cidade) . responsabilidade dos poderes na gestão, tratamento e distribuição da água na cidade

Partindo-se do fio condutor das pesquisas a serem realizadas, qual seja a vulnerabilidade sócioambiental a riscos na região sudoeste do aglomerado urbano da RMC, cada doutorando elaborou sua abordagem específica, própria de sua formação disciplinar, todavia comprometida com as premissas e os objetivos do Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento no sentido de integrar sua tese individual ao projeto interdisciplinar de pesquisa.

Com base na problemática comum, identificaram-se afinidades entre os integrantes do grupo em relação aos temas, categorias de análise e aspectos da dinâmica urbana, que permitiram o compartilhamento de informações e a conjugação de esforços de pesquisa no desenvolvimento das teses individuais, mediante o diálogo de saberes.

QUADRO 2 – CATEGORIAS E INTERFACES DAS PESQUISAS

Área de conhecimento original dos pesquisadores	Urbanização e meio ambiente	Risco e vulnerabilidades	Reflexividade	Regulamentação	Planej. Gestão de Políticas Públicas	Uso e ocupação do solo	Conflitos sócioambientais	Cidadania	Dignidade humana	Autonomia / participação	Ator / sujeito, Sujeito coletivo	Estrutura de poder	Sustentabilidade	Segregação espacial	Qualidade de vida	Qualidade da água	Agregação de riscos futuros	Escassez de água	Arte de rua
Direito	■	■	■	■	■	■	■	■	■				■		■				
Historia da Arte	■	■					■	■	■	■	■	■							■
Direito	■	■		■	■	■	■		■			■	■	■					
Ciências farmacêuticas	■	■	■			■										■	■		
Arquitetura e urbanismo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Engenharia	■	■	■	■	■	■		■				■						■	
	A			B										C					

Fonte: Doutorandos da Turma VII – MADE/UFPR

No campo A do Quadro 2, estão ilustradas as categorias de interesse praticamente geral dos pesquisadores. No campo B, identificam-se aspectos diversos da dinâmica de urbanização. A quase unanimidade na escolha – quatro pesquisadores – da categoria

regulamentação, entendida como conjunto de instrumentos legais pertinentes é resultante da sua presença significativa na análise dos fenômenos que foram estudados. Já o planejamento e a gestão de políticas públicas, instrumentos necessários à implementação de ações políticas no espaço urbano, com o fito de ordená-lo, transformá-lo e promover o desenvolvimento econômico e social, foi objeto de estudo de quatro pesquisadores.

Cinco integrantes realizaram a abordagem do uso e ocupação do solo, conflitos sócioambientais, cidadania e dignidade da pessoa humana. Dois integrantes estudaram questões relacionadas à autonomia/participação; dois ativeram-se à relação ator/sujeito/sujeito coletivo e, quatro à estrutura de poder e à sustentabilidade. A segregação espacial foi objeto de análise de dois integrantes.

A partir dos interesses particulares de teses – cujos objetivos amplos estão inseridos no Quadro 1 – percebeu-se a intenção de traçar um panorama dos conflitos sócioambientais inerentes ao ambiente urbano, somados à questão da importância do indivíduo/cidadão como sujeito de transformações da realidade social em que vive. A estrutura de poder e a promoção da dignidade da pessoa humana em seu aspecto de sujeito político perpassaram as investigações a serem realizadas. Por fim, o conceito de qualidade de vida foi abordado por dois doutorandos.

Diante da existência de interesses específicos de teses, a abordagem da qualidade da água, da agregação de riscos futuros à saúde, da escassez de água e da arte de rua fez parte do contexto específico das mesmas, e são apresentados na coluna C do Quadro 2.

A interdisciplinaridade – vista como um processo de conhecimento simultaneamente resultante da própria natureza do campo ambiental e dos impasses do desenvolvimento sustentável, uma forma peculiar de conhecimento e reflexão que se instaura na relação dialética entre natureza e sociedade – permeou as atividades de formação da problemática comum da linha de pesquisa Urbanização, Cidade e Ambiente Urbano.

As atividades realizadas em Oficinas de Pesquisa propiciaram ampla formação e diálogos interdisciplinares, além de instrumentos conceituais e metodológicos para a reelaboração constante e em diversos domínios do enfoque da chamada problemática sócioambiental urbana.

A pretensão do grupo alinhou-se no sentido de se orientar para o estudo individual da temática, todavia mantendo na estrutura e na elaboração da pesquisa individual o contato interdisciplinar ora desenvolvido. Compreende-se que a complexidade do espaço

sócioambiental urbano, cada vez mais globalizada em todos os seus matizes, privilegia abordagens de caráter interdisciplinar, operando com esquemas não lineares de interação natureza e sociedade.

1.2 APRESENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA INDIVIDUAL

O processo de urbanização acelerada alterou significativamente a qualidade da água da maioria dos rios que atravessam as cidades brasileiras, sendo esse considerado um dos grandes problemas ambientais brasileiros. Dispomos de mais de 100 mil cursos d'água, todos poluídos em algum grau. Essa deteriorização ocorre porque a maioria das cidades brasileiras não possui coleta e tratamento de esgotos domésticos sanitariamente adequados. Em alguns lugares existem redes coletoras, porém sem estações de tratamento sendo o esgoto lançado *in natura* nos corpos hídricos. Em outros casos, as estações de tratamento existentes não operam com eficiência desejada, além de existirem ligações clandestinas de esgoto doméstico na rede de água pluvial. E como essa rede não está interligada às estações de tratamento de esgotos (ETEs), acabam os efluentes domésticos tendo por destino final também os rios. (TUCCI, 2001). Vale lembrar que esta prática de ligações clandestinas de esgoto à rede de águas pluviais é passível de sanções previstas em lei.

Embora a taxa de crescimento no município polo, Curitiba, tenha decrescido (2,1% para 1,82% a.a. - IBGE, 2000), nos municípios do entorno o aumento populacional foi considerável, em torno de 3,5% a.a. (COMEC, 2001). O crescimento acelerado ocorreu de forma desordenada em relação ao uso do solo urbano, principalmente com ocupação em áreas de risco, como fundos de vales e às margens de rios³. Pelaez et al., (2003) estimam que o crescimento populacional da Região Metropolitana de Curitiba para os primeiros 20 anos do período de 2001 a 2050 seja de 3,0% ao ano até a década de 2040, quando o crescimento deve diminuir e se estabilizar na faixa de 1,8% ao ano. Paralelamente a este incremento populacional, o aumento na demanda por água deve aumentar cerca de 25% até o ano de 2050.

³ LIMA, C. de A. (2000), faz uma excelente discussão sobre este tema, em: *A ocupação de áreas de mananciais na RMC: do planejamento à gestão ambiental urbana-metropolitana*. Tese de Doutorado (Meio Ambiente e Desenvolvimento), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2000.

A rigor, 60% da área da RMC são considerados como área potencial de mananciais de abastecimento público. O maior problema ambiental da região, porém, é a crescente poluição desses mananciais (COMEC, 1997).

Segundo informações da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), praticamente 100% dos domicílios da RMC são atendidos com água potável, já o tratamento de esgotos domésticos se encontra em situação crítica. No município de Curitiba, apenas 51% da população possui rede coletora de esgoto; nos demais municípios da Região Metropolitana, essa taxa cai para 41%, porém, quando se consideram domicílios atendidos por rede coletora e tratamento de esgotos, o percentual está em torno de 16%. Esta situação compromete de forma grave os corpos d'água, pois os esgotos são lançados *in natura*, inclusive em bacias consideradas como futuros mananciais para o abastecimento de água. Os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água e a fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microrganismos (VON SPERLING, 2005).

Já, há algum tempo, as pesquisas que procuram observar as consequências da ocupação do espaço pelo homem associam a urbanização à poluição dos corpos d'água, devido aos esgotos domésticos, parcialmente ou não tratados, além dos despejos industriais (XAVIER, 2005).

A conservação ambiental e a utilização dos recursos naturais, especificamente os hídricos, são desafios latentes no atual contexto urbano brasileiro e mundial (MARICATO, 1996). A RMC não é exceção, pois foi uma das aglomerações urbanas que mais cresceram na década de 1990 (MOURA, 1994), trazendo à tona a questão do planejamento e utilização dos recursos hídricos não como um fato municipal isolado, mas como um desafio regional, integrado, que sobrepõe as malhas administrativas dos municípios (Figura 2). As nascentes do Rio Passaúna são formadas nas Serras de São Luiz do Purunã e Bocaina, correndo na direção sul até sua foz no rio Iguaçu, após 57 km passando pelos municípios de Almirante Tamandaré, Campo Magro, Curitiba, Campo Largo e Araucária (DIAS, 1997 apud XAVIER, 2005).

De acordo com IBGE (2000), a população da RMC é de 2.725.629 habitantes. Dessa população, 70% são abastecidos pelas captações do Rio Iguaçu e afluentes e pelos Reservatórios de Piraquara I e Irai. Os habitantes da região oeste (22% do total – aproximadamente 600 mil pessoas) são abastecidos pelo Reservatório do Passaúna e os 8% restantes são provenientes do aquífero Karst (ANDREOLI et al., 1999).

início de sua operação ocorreu em 1986, com a capacidade de gerar 500 L/s de água tratada, sendo que em 1993 o sistema foi ampliado para 2.000 L/s (SANEPAR, 2002).

FIGURA 3 – LOCALIZAÇÃO DA REPRESA DO RIO PASSAÚNA



Fonte: Base Cartográfica IBGE, 2000

Organização: Olívia Mara Savi Busch. Concepção: Roberto L. de Souza.

A drenagem urbana na sub-bacia do Passaúna em boa parte é crítica (XAVIER, 2005), pois apesar da taxa de impermeabilização do solo ainda ser baixa, as altas inclinações contribuem para aumentar o coeficiente de escoamento superficial. Além disso, a constituição geológica da área mostra um elevado percentual de terrenos argilosos, com pouca permeabilidade. Nas áreas de invasão a situação se agrava, visto que estão em áreas cujo relevo é bastante acidentado ou em áreas de fundo de vale, próximas às margens dos rios. Atualmente existe na área um grande número de propriedades rurais dedicadas principalmente ao cultivo de alimentos. Na maioria delas não são adotadas práticas agrícolas conservacionistas, não vêm utilizando práticas que visa a reduzir os processos erosivos do solo para minimizar o carreamento de fertilizantes e agroquímicos para os corpos d'água.

A associação que os fatos da saúde mantêm com os problemas originados do processo de degradação ambiental, a urbanização intensiva com falta de infraestrutura de saneamento e a ocupação desordenada do solo são determinantes no processo saúde/doença, e conhecidas há muito tempo. Podem-se citar alguns escritos hipocráticos, especialmente o magnífico "Ares, águas e lugares" (HIPÓCRATES, 1998, p.18-19), assim como os elucidativos mapas de John Snow, que permitiram demonstrar a ligação inequívoca entre a

epidemia de cólera e a distribuição de água em Londres em meados do século XIX (SNOW, 1990).

Mas, em um período relativamente recente, a ocorrência e distribuição espacial de determinadas patologias, que podem ter sua origem na exposição de longo prazo e baixa concentração a agentes químicos sintéticos nas águas de abastecimento, colocam em evidência outros fatores nas relações entre saúde e ambiente, riscos e vulnerabilidade na modernidade, pois a possibilidade dos acontecimentos ou eventos futuros é definida a partir de probabilidades de ocorrência, calculada com base nos eventos do passado (LIEBER; LIEBER, 2002).

A ingestão de água pelo homem é superior à quantidade de todos outros alimentos reunidos e é, também, a sua principal excreção, fato esse que pode o expô-lo a contaminantes de origem química, que com certa facilidade podem atingir as coleções de água superficiais. É estimado que cerca de 4 bilhões de metros cúbicos de poluentes, provenientes principalmente de efluentes industriais, compostos químicos de uso agrícola, efluentes domésticos e outros, atinjam o solo a cada ano e, na sequência, os corpos d'água (TOMINAGA, 1999).

O cenário teórico levantado até o momento possibilita afirmar que a intensificação da ocupação urbana na área em estudo, sem a adequada infraestrutura de saneamento, aumenta o aporte de efluentes domésticos na represa do Passaúna, o que gera uma possível agregação de risco futuro à saúde, pela exposição por tempo prolongado (mesmo em baixas concentrações) a interferentes endócrinos presentes no esgoto doméstico, os quais não são venenos clássicos, nem carcinogênicos típicos.

Os interferentes endócrinos (IE) atuam sobre o sistema hormonal, sabotando as comunicações e alterando os mensageiros químicos que se movem, permanentemente, dentro do nosso corpo (LEVY, 2006). Esses compostos sintéticos incluem os hormônios idênticos aos naturais, fabricados pelo homem e utilizados como contraceptivos orais ou aditivos na alimentação animal, e os xenoestrogênios, produzidos para a utilização nas indústrias, na agricultura e para os bens de consumo. Estão incluídos nessa categoria os pesticidas e aditivos plásticos. Os IEs são agentes químicos que dificultam a reprodução dos adultos e ameaçam com graves perigos seus descendentes em fase de desenvolvimento. Como resultado, estamos sujeitos a um conjunto de efeitos maléficos à saúde, o que inclui anomalias sexuais em crianças e adultos, homens e mulheres. Nos homens, pesquisas mostram a redução drástica do número de espermatozoides no sêmen, sendo que o sinal mais preocupante de que os

interferentes endócrinos podem já ter cobrado um alto preço se encontra em relatórios de pesquisas que indicam que a quantidade e a mobilidade dos espermatozoides dos homens caíram nos últimos cinquenta anos em 50% (COLBORN; DUMANOSKI; MYERS, 2002).

Dado o comprometimento com as premissas e os objetivos do Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, no sentido de integrar a tese individual ao projeto interdisciplinar de pesquisa, procedeu-se o recorte espacial da área comum de estudo, elegendo como cenário de pesquisa a represa do Passaúna situada a oeste de Curitiba. Tendo por base os conhecimentos que compõem a relação saúde/ambiente e a vivência profissional na área da saúde, procurou-se interagir com os temas a serem analisados pelo grupo de doutorandos e os aspectos da dinâmica urbana, os quais foram abordados no tocante aos aspectos de urbanização e meio ambiente, riscos e vulnerabilidade, qualidade da água e agregação de risco futuro à saúde mediado, pelo diálogo de saberes.

1.3 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

A problemática comum que orientou o programa desencadeou reflexão sobre o processo de uso e ocupação do solo, a urbanização, a regulamentação jurídica do espaço urbano, a poluição/escassez da água, a saúde, a educação, a segurança, a inserção social e a participação ativa dos vários segmentos da sociedade nos processos decisórios, indicando os focos para as problemáticas individuais de pesquisa dos integrantes do grupo, que mereceriam estudos mais detalhados (BUSCH et al., 2008).

Dessa reflexão surgiram as questões que indicaram o fenômeno da urbanização, que foi analisado sob o marco teórico da sociedade de risco de Ulrich Beck (1998), e visto, portanto, como um espaço vulnerável e propício à ocorrência de riscos sócioambientais, cujos efeitos difusos não eram conhecidos pelo grupo na etapa inicial da pesquisa. Os efeitos encontrados mostraram-se no mínimo surpreendentes, principalmente por tratar-se de uma Área de Proteção Ambiental (APA) que possui regulação própria para evitar os problemas ambientais decorrentes desse fenômeno.

Allan Lavell (1996), em suas considerações sobre risco e vulnerabilidade, expõe que o “prognóstico e o monitoramento de novos riscos deve também assumir um papel importante nas sociedades urbanas, devido à nova ordem econômica mundial e os impactos que causa no

entorno dos países em desenvolvimento”, uma vez que o “mito” do sistema perito em resolver todos os problemas a cada dia é superado por ocorrências não previstas.

No presente trabalho, os riscos foram interpretados como a contrapartida inerente ao modelo de desenvolvimento sócioeconômico vigente, o qual nem sempre beneficia igualmente as populações urbanas. Ferramentas necessárias à gestão e ao monitoramento dos riscos, instrumentos de prevenção e mitigação dos mesmos, bem como a metodologia e os indicadores para detectar as vulnerabilidades evidentes ou não, necessitam ser pesquisadas e implementadas.

Na maioria das manchas urbanas brasileiras, evidencia-se um processo de uso e ocupação do solo que permite identificar com certa obviedade alguns paradoxos da vida urbana contemporânea, especialmente nas grandes cidades. A concentração de elevados índices populacionais em determinados bairros desencadeia um grande e crescente número de problemas para o cotidiano dos cidadãos, como falta ou irregularidade no abastecimento de água, dificuldade para a instalação de esgotamento sanitário adequado com tratamento final sanitário, dificuldade no acesso e uso de transporte público, moradia, lazer, serviços de educação, saúde e segurança, entre outros (JACOBS, 2001).

O aglomerado urbano da região sudoeste da RMC segue a mesma trajetória das manchas urbanas brasileiras, apresentando uma taxa de crescimento populacional considerada elevada e crítica, quase na maioria dos bairros que compõem a área em estudo.

Esse fato é observado inclusive nos bairros Augusta e São Miguel em Curitiba e no bairro de Ferraria, em Campo Largo, que fazem parte da APA do Passaúna, cuja finalidade é contrária à lógica de expansão urbana, embora os números mostrem o contrário, pois entre os anos 1996 e 2000, o bairro Augusta cresceu 3,51% (passou de 3151mil moradores para 3617mil); e o bairro São Miguel, 14,13% (2895mil para 4905mil). O bairro de Ferraria entre os anos de 2000 a 2007, cresceu mais de 16%, (12031mil para 13979 mil). O bairro Riviera foi o único que apresentou crescimento negativo de 1,65% no mesmo período (1996-2000). Os contingentes populacionais presentes nesses bairros buscam estabelecer-se e urbanizar-se, apesar da restrição do uso do solo para fins habitacionais. Constata-se, portanto, que as ações de planejamento e gestão do território, na esfera municipal e metropolitana, permitiram ou não puderam evitar que, em menos de três décadas, se configurasse o atual quadro de ocupação do solo. Como consequência da formação de uma cidade ilegal, aumentaram as

situações de riscos urbanos e a vulnerabilidade das populações locais (COMEC, 1997; COMEC, 2001; IBGE, 2000; IBGE, 2007).

O modelo de desenvolvimento urbano, na medida em que submete o solo urbano à especulação imobiliária e valorização de áreas nobres da cidade, age como uma força centrifugadora que, cada vez mais, afasta os moradores pobres das áreas melhor urbanizadas, jogando-os para áreas frágeis do ponto de vista ambiental ou estratégicas para a preservação de recursos naturais, especialmente as áreas de proteção ambiental, além de diversos tipos de riscos sociais e ambientais, gera riscos à saúde específicos (BUSCH et al., 2008).

Ao examinar os inúmeros riscos e vulnerabilidades a que tanto as populações quanto a natureza estão sujeitos, pode-se afirmar que entre os mais graves estão a poluição e a escassez dos recursos hídricos, os quais, decorrentes do processo de urbanização acelerada junto a áreas ambientais frágeis - como áreas de mananciais de abastecimento, objeto deste estudo - somam-se a fatores políticos e sociais que agravam os riscos urbano-ambientais (TUCCI, 2001).

A qualidade da água é afetada por uma série de fatores externos, tanto naturais quanto antrópicos, os quais incluem a hidrografia, o clima, a geologia, os usos do solo, a destruição da cobertura vegetal, o lançamento de esgotos sem tratamento e a urbanização sem planejamento. Conforme Tundisi (2002), as principais causas da deterioração dos recursos hídricos do planeta são: crescimento populacional e rápida urbanização; diversificação dos usos múltiplos; gerenciamento não coordenado dos recursos hídricos disponíveis; não reconhecimento de que a saúde humana e a qualidade da água são interativas; peso excessivo das políticas governamentais nos “serviços de água” (fornecimento de água e tratamento de esgotos); e degradação do solo por pressão da população, aumentando a erosão e a sedimentação de rios, lagos e reservatórios. De modo geral, a água é tratada sem uma preocupação com as perdas advindas do processo de produção e eficiência na distribuição. Problemas sociais, ambientais e econômicos referentes aos recursos hídricos são tratados separadamente e de forma pouco integrada.

Especificamente no caso de Curitiba, Andreoli et al., (1999) expõem que o aumento anual na demanda de água na RMC cresce na ordem de 300 litros por segundo, relacionado ao crescimento populacional. Todavia, a expansão urbana sem planejamento e a ocupação de áreas, ou invasões, exercem uma pressão cada vez maior sobre os corpos d'água, especialmente nas áreas de manancial.

Há algum tempo, as pesquisas que procuram observar as consequências da ocupação do espaço pelo homem associam a urbanização à poluição dos corpos d'água devido aos esgotos domésticos, parcialmente ou não tratados, além dos despejos industriais. Bollmann e Marques (2006) comprovaram, em seus estudos, que mesmo pequenas densidades populacionais são capazes de alterar significativamente as relações entre matéria orgânica carbonácea⁴ e macro-nutrientes orgânicos⁵.

Apesar da abundância de textos disponibilizados na literatura que procuram medir quantitativamente a concentração de matéria orgânica carbonácea, nitrogênio e fósforo nos rios urbanos, relativamente pouca atenção tem sido dedicada às relações entre essas concentrações e a densidade populacional da área de drenagem correspondente. Vários autores, entre eles Digiano et al., Schueler e Herson-Jones, têm observado o enriquecimento das águas dos rios com matéria orgânica carbonácea e macro-nutrientes orgânicos provindos dos esgotos domésticos. Bolmann e Marques (2006) têm afirmado que as concentrações da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em rios urbanos são superiores às encontradas em rios de bacias de uso agrícola ou preservadas.

Seguindo esta mesma linha, Xavier (2005) avaliou a influência do uso e ocupação do solo e das características geomorfológicas sobre a qualidade das águas de dois reservatórios da RMC, sendo que um deles está inserido na sub-bacia do rio Passaúna, o reservatório Passaúna. Os resultados demonstraram que a sub-bacia apresenta necessidade da adoção de medidas de saneamento profilático, ou seja, redução do aporte de matéria orgânica e nutriente provenientes de fontes pontuais e não pontuais. Pela análise dos resultados obtidos, concluiu-se que os usos do solo são extremamente importantes em definir a qualidade da água do reservatório, que os rios contribuintes do reservatório encontram-se bastante impactados, e que estes impactos estão relacionados aos usos do solo nas bacias de drenagem, sendo que o reservatório do Passaúna encontra-se em vias de eutrofização⁶.

⁴ “A matéria orgânica presente nos corpos d'água e nos esgotos é uma característica de primordial importância, sendo a causadora do principal problema de poluição das águas. Os principais componentes orgânicos são os compostos de proteína, os carboidratos, a gordura e os óleos, além da uréia, surfactantes, fenóis, pesticidas e outros em menor quantidade. A matéria carbonácea (com base no carbono orgânico) divide-se nas frações: (a) não biodegradável e (b) biodegradável. (VON SPERLING, 2005)

⁵ São fontes de carbono orgânico que se representam como fontes nutrientes para organismos heterotróficos. (GRASSI, M.2008)

⁶ “A eutrofização é a fertilização excessiva da água por recebimento de nutrientes (nitrogênio, fósforo), causando o crescimento descontrolado (excessivo) de algas e plantas aquáticas, o que leva a uma progressiva degradação da qualidade (VON SPERLING, 2005).

Xavier afirma ainda que as principais fontes de alteração da qualidade da água na sub-bacia do Rio Passaúna são provenientes principalmente de fontes pontuais, devido a grande ocupação demográfica e a baixa proporção de domicílios atendida por rede coletora de esgoto.

Sauniti et al.(2004), ao estudar o assoreamento do Reservatório da barragem do Rio Passaúna, destacam que “as condições urbanísticas existentes” no ano de 1991, comparadas às observadas no ano de 2002, indicavam que houve degeneração para situações mais críticas, relacionadas com o tipo de uso e ocupação, sobretudo pela intensificação das áreas urbanizadas, e condições deficitárias de infraestrutura de saneamento urbano.

Em seu livro, *O Futuro Roubado*, Theo Colborn, Dumanoski e Myers (2002), trazem evidências obtidas em estudo de campo, experimento de laboratórios e estatísticas humanas, para apresentar em termos científicos, mas acessíveis a todos, um novo perigo. Baseando-se em décadas de pesquisa, os autores apresentam um informe que segue a pista de defeitos congênitos, anomalias sexuais e falhas na reprodução, evidenciados em populações silvestres, até encontrar a sua origem: substâncias químicas que substituem os hormônios naturais, transformando os processos normais de reprodução e desenvolvimento. O perigo refere-se a substâncias denominadas de “disruptores endócrinos”; desreguladores endócrinos ou interferentes endócrinos (IE), agentes químicos que dificultam a reprodução dos adultos e ameaçam com graves perigos seus descendentes em fase de desenvolvimento (SANTAMARTA, 2001).

Os IEs podem ser substâncias orgânicas ou inorgânicas. Seu uso pode se dar tanto em áreas urbanas ou rurais, e podem aparecer como resíduos ou subprodutos derivados de usos industriais dos mais diversos. São encontrados em depósitos de lixo, contaminando solo, lençóis freáticos, mananciais de água para abastecimento público e, ainda são oriundos da queima de resíduos hospitalares e industriais em incineradores (ASSUNÇÃO; PESQUERO, 1999; BAIRD, 2002).

Na atualidade, podemos encontrar no mercado em torno de 100 mil substâncias químicas sintéticas. Cada ano é introduzido mil novas substâncias, a maioria sem nenhuma verificação ou revisão adequada. No melhor dos casos, as instalações de verificação e teste existentes no mundo podem submeter à prova unicamente 500 substâncias por ano. Na realidade, só uma pequena parte dessa cifra é submetida a provas (GUIMARÃES, 2007).

Já foram “identificados 51 produtos químicos que alteram o sistema hormonal, mas se desconhecem os possíveis efeitos hormonais da grande maioria. Um dos aspectos mais

inquietantes dos IEs é que alguns de seus efeitos se produzem com doses muito baixas” (SANTAMARTA, 2001).

O estudo da água de abastecimento de Campinas (LEVY, 2006) revelou a presença de 21 compostos, entre os quais, seis são hormônios sexuais, quatro são esteróides derivados do colesterol, cinco são classificados como produtos farmacêuticos e seis tem origem industrial. A pesquisa revelou a presença das seguintes substâncias na água potável distribuída à população: “dietilftalato, dibutilftalato, cafeína, bisfenol A, estradiol, etinilestradiol, progesterona e colesterol. Estes compostos não deveriam estar presentes na água consumida pela população e alguns foram encontrados numa concentração até mil vezes maior que a observada em países da Europa”.

Alguns compostos encontrados chamam a atenção, como a progesterona ($1,5\mu\text{gL}^{-1}$), o estradiol ($2,4\mu\text{gL}^{-1}$) e o etinilestradiol ($1,6\mu\text{gL}^{-1}$), hormônios sexuais femininos. Considerando-se a média de $1\mu\text{gL}^{-1}$ de hormônios femininos na água potável, ao beber dois litros de água por dia uma pessoa estaria ingerindo $60\mu\text{g}$ destes compostos por mês, o que a primeira vista parece ser uma concentração inofensiva, se compararmos com a que entra na composição, por exemplo, de certos anticoncepcionais (no mínimo $30\mu\text{gL}^{-1}$). Mas devemos lembrar que ação dos IEs ocorre devido à exposição a baixas concentrações por períodos prolongados.

A detecção desses compostos indica que os tratamentos empregados nas ETEs da região metropolitana de Campinas não são eficientes para a remoção destes interferentes endócrinos, pois na verdade os tratamentos atuais não possuem este objetivo. Os hormônios estão sendo transportados para as águas superficiais, através do lançamento do esgoto tratado, e chegam à água potável porque os processos empregados nas estações de tratamento de água (ETA) também não levam em consideração a presença dos IEs.

A água bruta analisada também apresentou uma situação preocupante, uma vez que recebe efluentes da rede coletora de esgoto, e tanto os hormônios como os fármacos são excretados pela urina e fezes. O Ribeirão Anhumas, um dos pontos de monitoramento, representa o caso mais gritante de poluição, com concentrações que atingem $106\mu\text{gL}^{-1}$ para cafeína, $301\mu\text{gL}^{-1}$ para colesterol e $41\mu\text{gL}^{-1}$ para coprostanol. “No caso da cafeína, por exemplo, o normal em países desenvolvidos como a Alemanha, é de no máximo $1\mu\text{gL}^{-1}$ ” (GHISELLI, 2006).

O estudo realizado em Campinas revelou que mesmo os efluentes domésticos que passaram por processos de tratamento antes de serem dispostos nos rios acusaram a presença de IEs. Nesse sentido a represa do Passaúna apresenta um agravante, pois é ladeada por dois aglomerados urbanos que nos últimos anos apresentaram um crescimento populacional significativo, já mencionado anteriormente.

Deve-se ressaltar que esses bairros apresentam uma probabilidade significativa de seus efluentes estarem sendo conduzidos para o reservatório, alterando a qualidade da água.

O cenário teórico apresentado até o momento possibilita colocar em tese que o aumento da densidade de moradores no entorno da represa do Passaúna, sem a infraestrutura adequada de saneamento, aumenta o aporte dos efluentes domésticos na água da represa do Passaúna, o que gera uma possível agregação do risco futuro à saúde, pela exposição da população consumidora por tempo prolongado a baixas concentrações de substâncias químicas sintéticas.

1.3.1 Hipótese

A ocupação urbana no entorno de mananciais e a falta de infraestrutura de saneamento aumenta o aporte de esgoto doméstico nas águas de consumo humano, o que contribui, devido à presença de micropoluentes químicos, para a agregação gradativa de riscos à saúde da população consumidora atual e das gerações futuras.

1.3.2 Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água da represa do Passaúna situada na Região Metropolitana de Curitiba, a densidade da ocupação urbana no entorno da mesma em um período de tempo e discutir sua influência na agregação de riscos à saúde para a população consumidora atual de futura.

1.3.3 Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade da água da represa do Passaúna ao longo do tempo, a partir de alguns traçadores químicos usualmente empregados, que indicam o aporte de esgotos domésticos na água;

- Verificar o avanço da ocupação urbana e o aumento da população no entorno da represa do Passaúna;
- Discutir, a partir da literatura sobre interferentes endócrinos na saúde animal e humana, as possíveis implicações da agregação de risco à saúde para populações consumidoras de água de abastecimentos públicos similares a da represa do Passaúna, em função da presença de traçadores químicos indicadores da presença de esgotos domésticos.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na atualidade, o desafio colocado está diretamente relacionado a nossa capacidade de estarmos abertos a outros saberes. A pesquisa é uma atitude e uma prática teórica de constante busca, que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados (MINAYO, 1998). Portanto, não há apenas uma maneira de raciocínio capaz de dar conta do complexo mundo das investigações científicas. O ideal seria empregar métodos, e não um método em particular, que ampliem as possibilidades de análise e obtenção de repostas para o problema proposto na pesquisa (SILVA, 2001).

Assim, a metodologia empregada para o estudo da problemática apresentada neste trabalho é norteada pelos pressupostos da pesquisa descritiva e explicativa com procedimentos de abordagem quantitativa compondo um estudo longitudinal em duas séries históricas.

Primeiramente foi realizado, *in loco*, o reconhecimento da área a ser estudada. Na sequência foi elaborada a caracterização dessa área, a partir de dados secundários recolhidos em órgãos como: IAP (Instituto Ambiental do Paraná), SUDERHSA (Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento), COMEC (Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba), IPPUC (Instituto de Planejamento Urbano de Curitiba), Prefeituras municipais de Curitiba, Araucária, Campo Largo, SEMA (Secretaria Estadual de Meio Ambiente), Mineropar, IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Secretaria Municipal de Saúde, SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), teses e dissertações que tratavam do assunto, bem como embasamento em referenciais teóricos.

Após esta etapa foram realizadas mais duas saídas de campo para observar com maior detalhamento as condições de parte do aglomerado urbano da região sudoeste da RMC e proceder ao registro fotográfico.

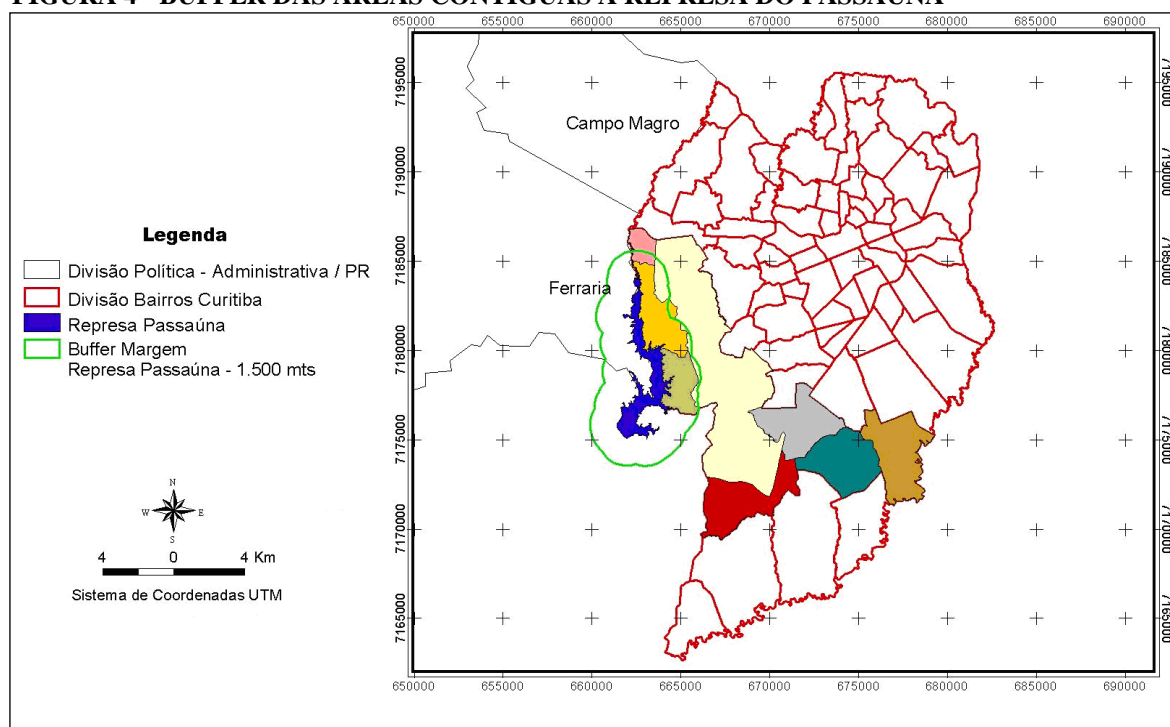
Para atender aos objetivos propostos, foram utilizadas as seguintes estratégias:

- levantamento da série histórica do monitoramento da qualidade da água utilizando dados secundários do IAP e da SUDERHSA.
- coletas e análises de amostras de água de pontos localizados antes da entrada na represa, no corpo do represa e após sair da represa, por doze meses consecutivos para avaliar a qualidade atual da água;
- análise do avanço da ocupação urbana no entorno da represa do Passaúna através de fotos aéreas de 1963, 1980, 1985, 1992 e 2000;
- verificação do crescimento da população dos bairros São José em Curitiba e Ferraria em Campo Largo, com base em dados do IBGE e levantamento de campo;
- discussão com base principalmente em autores como Colborn; Dumanoski e Myers (2002), Kavlock et al., (1996), Toppari (2002), Ghiselli (2006), Ghiselli e Jardim (2007), Bila e Dezotti (2007), Guimarães (2007), dentre outros, sobre as possíveis implicações dos interferentes endócrinos na agregação gradativa de riscos à saúde da população consumidora de água proveniente de mananciais de abastecimento público.

1.4.1 Descrição das etapas de pesquisa

a. Delimitação da área de estudo.

Os bairros que margeiam a represa do Passaúna, estabelecidos em uma faixa de abrangência (*buffer*) de um quilometro e meio, conforme mostra a Figura 4, incluem a área correspondente aos bairros de São Miguel, Riviera e Augusta, no município de Curitiba, e o bairro de Ferraria, em Campo Largo. Porém, o recorte específico para a área de pesquisa foi composto pela Vila São José, situada no bairro Augusta/Curitiba, e Ferraria, bairro situado no município de Campo Largo.

FIGURA 4 - BUFFER DAS ÁREAS CONTÍGUAS À REPRESA DO PASSAÚNA

Fonte: Base Cartográfica IBGE, 2000 – Censo Demográfico IBGE, 2000.

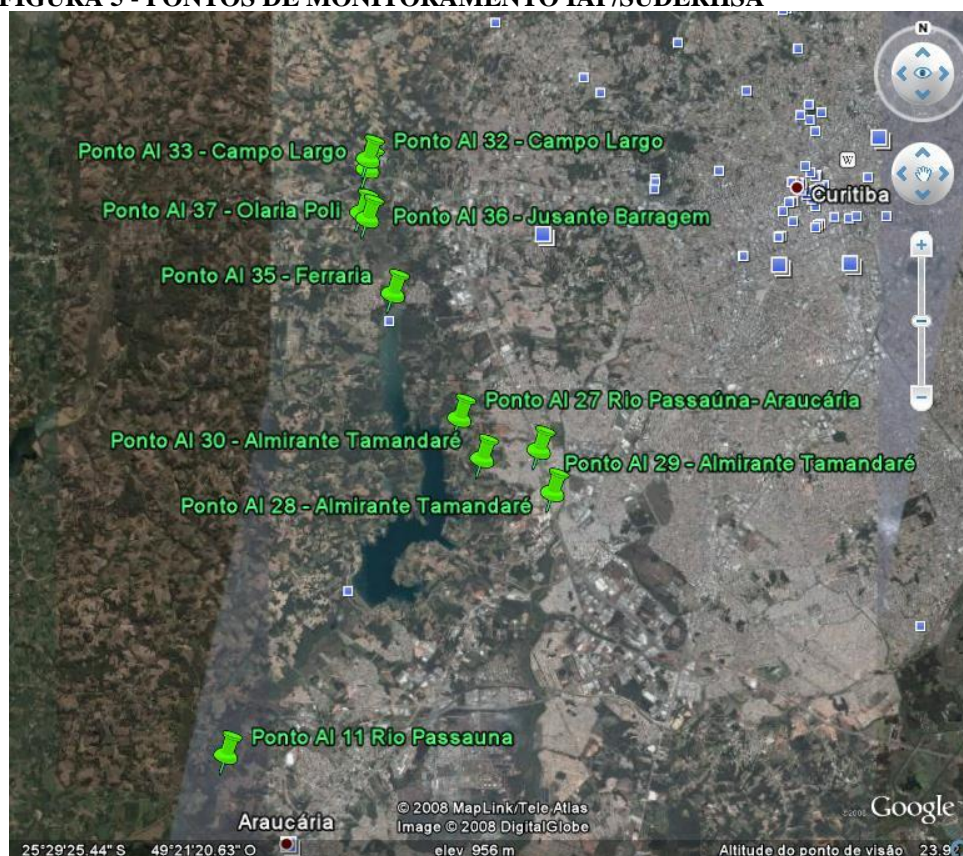
Organização: Olívia Mara Savi Busch. Concepção: Almir Nabozny e Márcio Ornat.

O recorte espacial foi baseado, em primeiro lugar, no fato de que em São Miguel, Riviera e parte do bairro Augusta a rede coletora de esgoto instalada lança os efluentes domésticos gerados para a bacia do rio Barigui, conforme informações da SANEPAR, portanto, o seu descarte não chega até as águas da represa do Passaúna. Em, segundo lugar, o recorte espacial advém do fato de que esses dois aglomerados urbanos, Vila São José e Ferraria, estão inseridos às margens da represa do Passaúna e apresentam deficiência tanto na coleta como na destinação final sanitária dos efluentes domésticos ali gerados.

b. Seleção dos pontos amostrais

O IAP e a SUDERHSA mantêm uma rede de dez pontos de monitoramento para a gestão da qualidade da água na bacia do Passaúna. Dessas estações, a maioria encontra-se ao longo do rio Passaúna, desde sua nascente até sua foz no rio Iguaçu, sendo que duas estão localizadas no corpo da represa do Passaúna, pontos AI-35 próximos ao bairro Ferraria e AI-27 acima da captação da SANEPAR, conforme mostra a Figura 5.

FIGURA 5 - PONTOS DE MONITORAMENTO IAP/SUDERHSA



Fonte: Google Earth, nov. 2008, adaptado por Busch.

Ambos os pontos (AI-35 e AI-27) apresentam concentrações que de acordo com os padrões estabelecidos colocam a represa na Classe 2, ou seja, ela é considerada moderadamente degradada. Os corpos de água que são enquadrados nessa classe apresentam um déficit considerável de oxigênio dissolvido na coluna d'água, podendo ocorrer anoxia na camada de água próxima ao fundo em determinados períodos, médio aporte de nutrientes e matéria orgânica, grande variedade e densidade de algumas espécies de algas, sendo que algumas delas podem ser predominantes. O reservatório apresenta tendência moderada à eutrofização e o tempo de residência das águas é considerável (IAP, 2006). No Anexo 2 estão elencados todos os pontos de monitoramento e sua localização em coordenadas geográficas e a respectiva nomenclatura.

Para o presente trabalho os pontos amostrais selecionados para o acompanhamento da qualidade da água seguiram os mesmos locais selecionados pela SANEPAR para o monitoramento mensal da qualidade da água da represa do Passaúna e foram adicionados mais dois pontos específicos, os pontos 209 e 210.

A seleção dos pontos 209 e 210 teve como premissa escolher o local que melhor representasse a drenagem dos aglomerados urbanos de São José e Ferraria. Para esse fim foi utilizada a carta de curvas de nível da Mineropar e a viabilidade de acesso ao local. Em São José, o ponto de coleta ficou localizado a aproximadamente 500m abaixo do aglomerado urbano; já em Ferraria, a localização foi marcada na porção final do aglomerado urbano, uma vez que as áreas existentes após esse aglomerado não ofereciam condições de acesso devido à mata existente.

Na Figura 6 estão marcados todos os pontos de coleta das amostras para as análises físico-química propostas.

FIGURA 6 - PONTOS DE MONITORAMENTO DA SEQUENCIA MENSAL DA PESQUISA



Fonte: Google Earth, nov. 2008, adaptado por Busch.

c. Procedimentos de coleta de amostras

As amostras de águas foram coletadas com o auxílio de um balde de polietileno previamente ambientado com a própria água a ser coletada. As amostras foram transferidas para frascos de um litro de polietileno previamente ambientados, que na sequência foram acondicionados em sacos plásticos e fechados e em seguida armazenados em caixa térmica preenchida com gelo, com a finalidade de manter as amostras resfriadas durante todo o trabalho de campo (CAMPOS et al., 2002, apud SODRÉ, 2005). Na sequência as amostras foram encaminhadas ao Centro Politécnico da UFPR, mais especificamente para o Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos (CEPPA), que realizou as análises de DBO e DQO, e para o Laboratório de Química Ambiental e Materiais (LabQAM), a fim de serem efetuadas as análises físico-químicas, de pH, alcalinidade, cloretos, sólidos suspensos totais (SST) e caracterização da matéria orgânica.

As coletas foram realizadas mensalmente em todos os pontos selecionados, em um mesmo dia por doze meses, sendo que cada expedição de coleta durou em média quatro horas. A Figura 7 retrata a primeira parte desse procedimento.

FIGURA 7 - SEQUÊNCIA DOS PROCEDIMENTOS DE COLETA - PRIMEIRA ETAPA



Fonte: BUSCH (2008)

d. Características físico-químicas da água.

Para a avaliação das características físico-químicas retrospectivas da água foi organizada uma série histórica de dez anos (1998-2007) de monitoramento da qualidade da água da represa. Para este fim foi utilizado o banco de dados do IAP e da SUDERHSA, que foram reunidos e organizados por ponto de amostragem, nos 12 meses de cada ano, o que gerou 99 planilhas base com 24 parâmetros analíticos em cada uma, que foram tabulados utilizando-se o programa *Excel*, para obter a média e a mediana por parâmetro por ano.

Dos parâmetros usualmente utilizados para o monitoramento da água da sub-bacia do Passaúna pelo IAP e a SUDERHSA, foram elaboradas 99 planilhas com oito parâmetros selecionados para subsidiar a análise da tendência da série histórica da qualidade da água. Foram eles: pH (potencial de hidrogenação), alcalinidade, DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), sólidos suspensos totais (SST) para os parâmetros químicos e, *Escherichia coli*, coliformes fecais e coliformes totais para os parâmetros microbiológicos. Para ambos os grupos foram calculados a média e mediana em cada ponto amostral para cada um dos oito parâmetros selecionados durante os dez anos, resultando em 12 planilhas para cada ponto amostral.

Os dados tabulados, divididos em dois grupos (parâmetro químico e microbiológico) sofreram análise estatística por variável e por ponto amostral em cada ano da série histórica, aplicando-se o programa computacional Origin Pro-8, que foi utilizado juntamente com gráficos de linha da linha média e linha de tendência elaborados no programa *Excel*.

Como um dos objetivos era levantar as características atuais da água da represa do Passaúna, foram estabelecidos seis pontos de coleta, sendo quatro no corpo da represa e dois no rio Passaúna, um antes da entrada da água na represa e outro após o canal extravasador. Quatro desses pontos (211, 212, 208 e 205) são monitorados mensalmente pela SANEPAR e foram também adotados como pontos amostrais pelo presente trabalho. Utilizando mapas de curvas de nível da Mineropar do bairro de Ferrara e Vila São José, foram marcados mais dois pontos de amostragem (209 e 210) situados logo abaixo dois aglomerados urbanos situados às margens da represa, que foram monitorados mensalmente por um período de doze meses - novembro de 2007 a outubro de 2008. Os resultados das análises foram organizados em 12 planilhas, contendo cada uma os oito parâmetros selecionados, que foram tabulados utilizando-se o programa *Excel*, para obter a média e a mediana por parâmetro, por mês. Na sequência, os parâmetros tabulados sofreram tratamento estatístico no Origin Pro-8

Os parâmetros selecionados para avaliar as características atuais da água da Represa foram aqueles considerados como de maior importância para alcançar os objetivos propostos. Compreenderam a determinação dos parâmetros de pH, alcalinidade total, DBO, DQO, sólidos suspensos totais, íon cloreto e caracterização da matéria orgânica.

e. Método de análise dos parâmetros físico-químicos

Os procedimentos para coleta das amostras e a determinação quantitativa dos parâmetros selecionados seguiram os métodos analíticos descritos no *Standart Methods for Examinations of Water and Wastewater* (APHA,1999), exceto a caracterização da matéria orgânica.

- Temperatura

A temperatura foi determinada através de um termômetro de mercúrio *in situ*.

- pH

O pH das amostras foi medido em uma alíquota *in natura* no laboratório utilizando-se um potenciômetro digital. Antes das medidas o sistema de eletrodos foi calibrado com tampões pH 7,00 e 4,00.

- Sólidos Suspensos totais

Os sólidos suspensos totais foram determinados em uma alíquota da amostra *in natura* que foi filtrada em membrana de fibra de vidro (GFC – 52 Schleicher & Shuell) de 0,45 µm de porosidade. A membrana contendo o material particulado em suspensão foi levada à estufa a 103-105 °C até peso constante. Este método corresponde ao método 2320B descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1995).

- Alcalinidade Total e Cloretos

A alcalinidade total, expressa em mg CaCO₃ L⁻¹, foi determinada através de titulação potenciométrica em amostras *in natura* utilizando HCl purificado como titulante, até pH 4,5.. Para a determinação da concentração de cloreto empregou-se o método indireto de precipitação de Möhr (Argentimetria). Estes métodos, respectivamente para alcalinidade total e cloreto dissolvido correspondem aos métodos 2540D e 4500B, respectivamente, descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1995).

- Demanda Química de Oxigênio

Para a DQO empregou-se o método 5220 B (Método Aberto Refluxo) também do descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, que compreende a digestão com dicromato de potássio em meio ácido seguido de titulação com

sulfato ferroso amoniacal. No caso da DQO, a reação entre o dicromato de potássio e a matéria orgânica ocorre em meio fortemente ácido, pela adição de ácido sulfúrico concentrado à amostra. Esta reação é catalisada pela prata (Ag) adicionada ao sistema na forma de sulfato de prata previamente dissolvido no ácido sulfúrico. Temperaturas elevadas também favorecem a oxidação, que é realizada sobre chapa de aquecimento, e se processa em um balão conectado a um condensador do tipo Friedrich de forma a evitar que substâncias eventualmente se desprendam da amostra. Após 2 horas o sistema de aquecimento é desligado, aguardando-se o resfriamento do conteúdo do balão.

A etapa final constitui-se na titulação do dicromato excedente, ou seja, aquele que não reagiu com a amostra. Uma solução de sulfato ferroso amoniacal é empregada como titulante.

O final da titulação é indicado pela viragem de amarelo para marrom, devido à presença de gotas de ferroin (indicador à base de ortofenantrolina) adicionadas ao balão contendo a amostra.

- Demanda Biológica de Oxigênio

A expressão Demanda Bioquímica de Oxigênio, utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional. Neste trabalho a DBO foi determinada pelo método de ensaio 5210B, descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1995). É um teste empírico que corresponde à diferença entre as concentrações de oxigênio no início e no fim de um período de incubação, em condições específicas do ensaio. A temperatura de incubação é padronizada em 20 0C e o tempo de incubação em 5 dias. Admite-se que nestas condições 80 % da matéria orgânica carbonatada já estejam mineralizadas e começando a nitrificação. Uma oxidação total, em geral, leva cerca de 20 dias.

- Carbono Orgânico e caracterização da matéria orgânica

O teor de carbono orgânico dissolvido foi determinado através do método de combustão catalítica e detecção no infravermelho não dispersivo em um equipamento analisador de carbono Shimadzu TOC-VCPH.

A caracterização da matéria orgânica foi realizada através de Fluorescência molecular. As amostras dos pontos selecionados foram coletadas, filtradas em membrana de 0,45 µm de porosidade e submetidas à caracterização da matéria orgânica dissolvida por fluorescência molecular de emissão, matriz excitação-emissão e sincronizada. Espectros de excitação-emissão foram empregados para definição dos parâmetros analíticos. Foram obtidos espectros de emissão de fluorescência na faixa entre 345 a 600 nm, sendo que o comprimento de onda de excitação foi fixado em 330 nm. Espectros de fluorescência sincronizada foram obtidos entre 250 a 600 nm, utilizando um intervalo de 18 nm entre os comprimentos de onda de excitação e emissão. Todos os espectros foram obtidos com largura de fenda dos monocromadores de 5 nm. A velocidade de varredura foi fixada em 240 nm min⁻¹ e a resolução espectral foi de 0,2 nm. As amostras foram analisadas em uma cela de quartzo multifacetada (Sigma) com tampa de teflon com 3,5 mL de capacidade. Todo o procedimento foi otimizado através de ensaios referentes ao ajuste de parâmetros experimentais (SODRÉ; GRASSI, 2007).

O acompanhamento de parâmetros, índices, indicadores e outras formas de dados por um determinado período de tempo comumente é denominado de série histórica. Assim, neste trabalho optou-se por denominar o tratamento estatístico realizado com os dados do IAP e SUDERHSA de série histórica anual, e o tratamento estatístico aplicado aos dados obtidos na amostragem de campo de série histórica mensal.

f. Evolução da ocupação urbana no entorno da represa do Passaúna e o crescimento da população nos bairros São José e Ferraria

Na fase inicial do estudo da evolução da ocupação urbana na área contígua à represa do rio Passaúna utilizou-se o recurso de fotomosaico, como forma de perceber no espaço a distribuição da população, a localização de atividades e demais expressões físicas da cidade sobre o território, no ano em que foram tomadas as fotos. As fotografias aéreas utilizadas fazem parte dos acervos da COMEC, da SUDERHSA, do IAP e do IPPUC e que foram tomadas em 1963, 1980, 1985, 1992 e 2000, em escala 1:40.000.

A montagem das fotos em mosaico da porção sudoeste do aglomerado urbano da RMC fez parte do trabalho coletivo de caracterização da área. O fato de as fotos ficarem agrupadas segundo a data do vôo permitiu que, observando o fotomosaico de uma data anterior e comparando-o com um outro mais recente, algumas mudanças fossem percebidas

de imediato. Esse impacto visual serviu para deflagrar uma série de indagações sobre os fenômenos que determinaram ou condicionaram a transformação documentada pelas fotos, no tempo e no espaço. Uma análise visual mais apurada deste material induziu a busca por outras informações existentes sobre o processo de desenvolvimento urbano local em cada um dos momentos retratados, de modo a permitir avaliações das consequências sócioambientais decorrentes da expansão urbana, do crescimento demográfico e consequente ampliação das demandas sociais e de infraestrutura sobre aquele determinado segmento da região.

Vinte e dois anos depois das primeiras fotos aéreas, Figuras 8 e 9, a população de Curitiba já ultrapassava a casa de um milhão de habitantes, fenômeno que o gritante e significativo avanço da malha urbana em direção ao oeste ilustra com eloquência. Nela também se evidencia a importante ligação viária entre a BR 277 (que liga a Capital ao Norte e Oeste do Estado) e a BR 116 (que leva ao Rio Grande do Sul e a São Paulo), o contorno oeste cujo traçado sugere uma barreira para a expansão urbana, uma vez que não se observam modificações significativas a sua esquerda.

O fotomosaico de 1985 (Figura 10), mostra a continuidade do mesmo processo de crescimento urbano na capital, especialmente o surgimento de conjuntos habitacionais e indústrias de grande porte e o início da construção da barragem no Rio Passaúna. Nesta data os bairros de Ferraria e São José apresentam pouca densidade habitacional. Já no mosaico de 1992 (Figura 11) observamos que a ocupação urbana dos dois bairros teve um aumento exponencial, consolidando a instalação dos dois aglomerados urbanos limítrofes a represa do Passaúna, fato esse que ocorreu concomitantemente ao término da construção e o início das operações da represa.

O mosaico de 2000 (Figura 12) é composto por ortofotos, época em que Curitiba contava com 1 milhão e meio de habitantes, 25% deles residindo nos bairros mostrados nas fotografias aéreas. Aqui já aparece a represa do Rio Passaúna em operação, juntamente com o preocupante avanço da malha urbana densamente ocupada em sua direção, bem como a modificação drástica da configuração do local, se comparada a fotomosaico de 1963. O adensamento urbano observado no mosaico de 1992 (FIGURA11) nos bairros Ferraria e São José apresenta-se ainda maior e também sem a infraestrutura de saneamento necessária para evitar os impactos negativos sobre a água da represa.

FIGURA 8 - REPRESA DO PASSAÚNA E ENTORNO - 1963

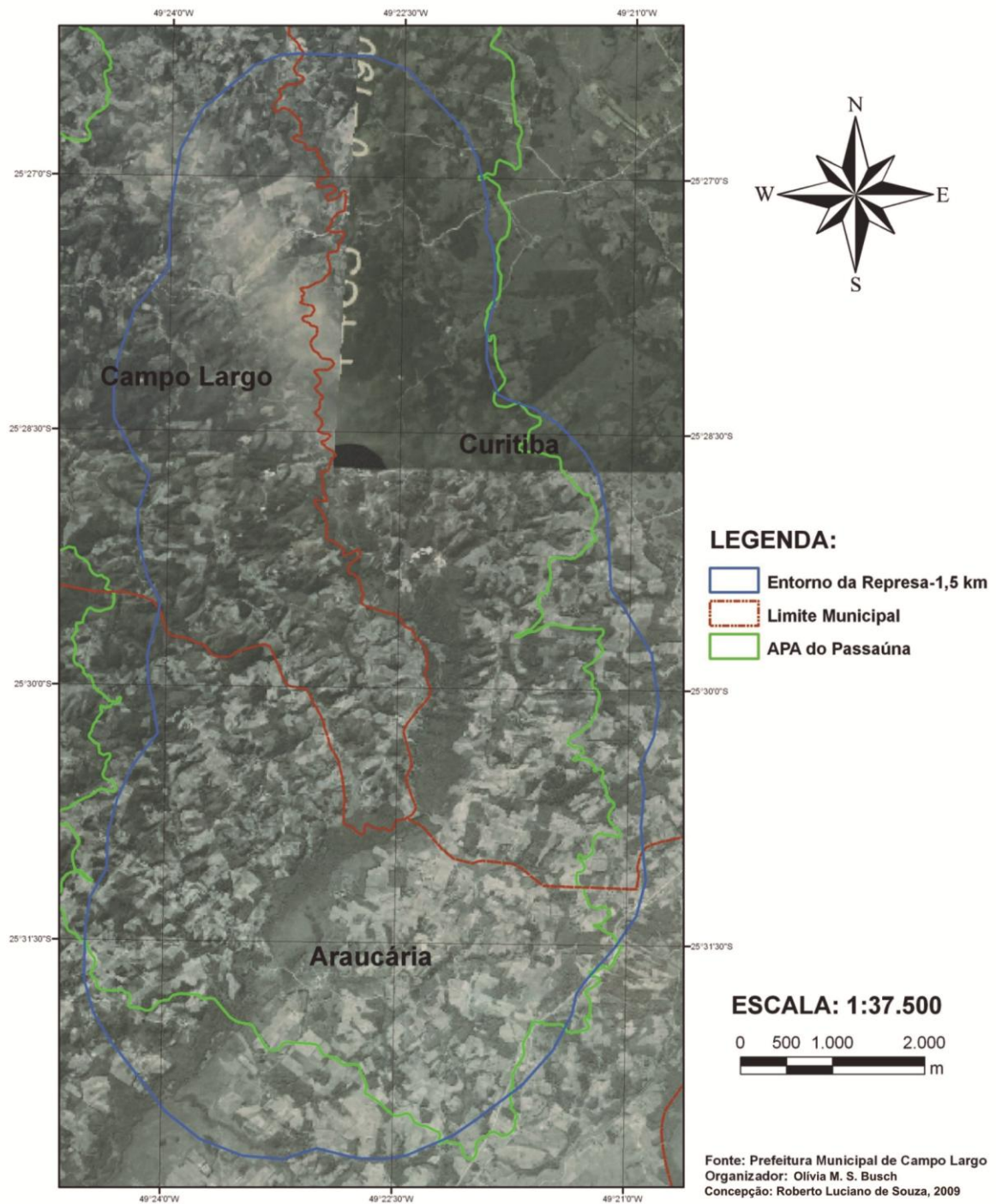


FIGURA 9 - REPRESA DO PASSAÚNA E ENTORNO - 1980

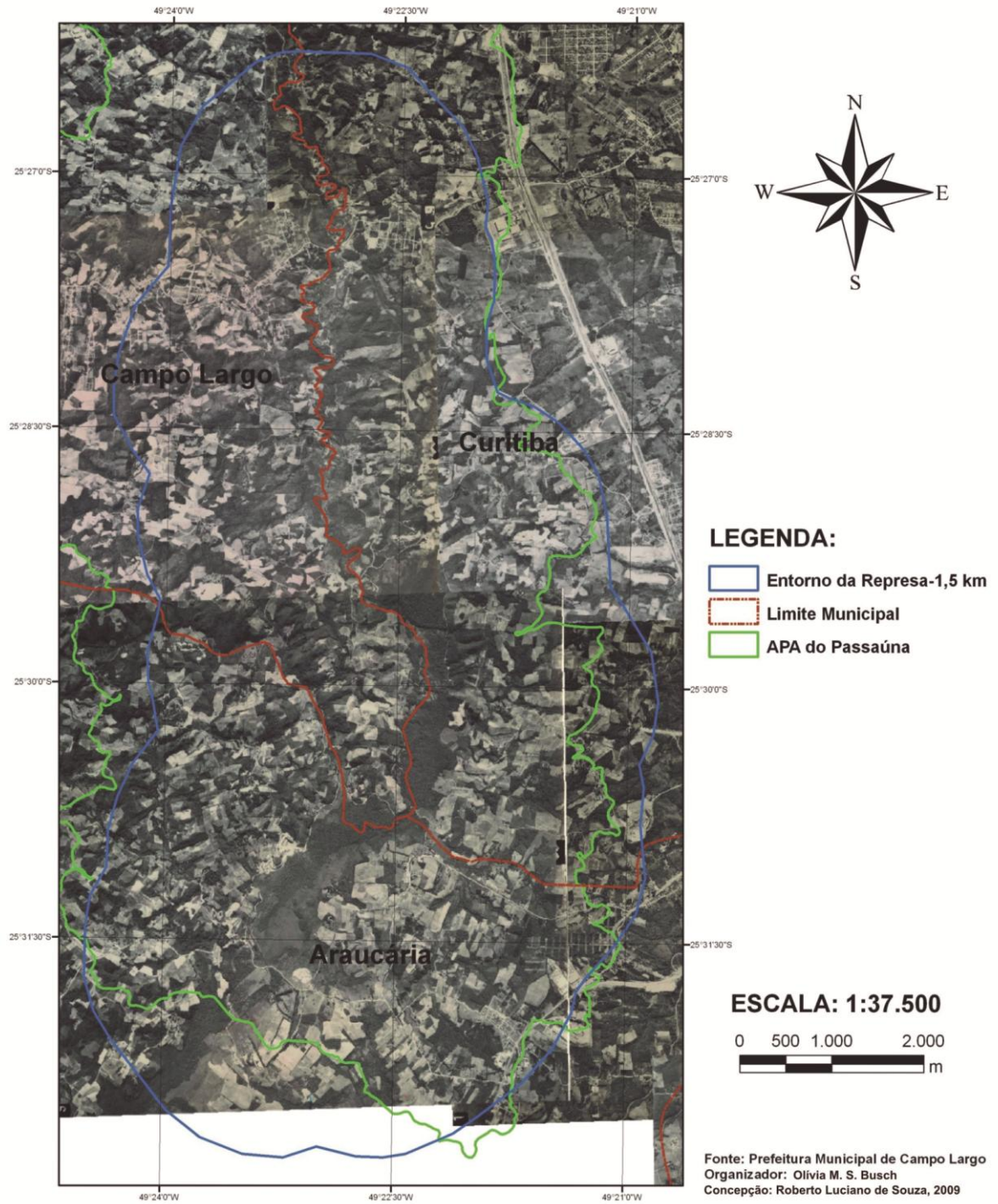


FIGURA 10- REPRESA DO PASSAÚNA E ENTORNO - 1985

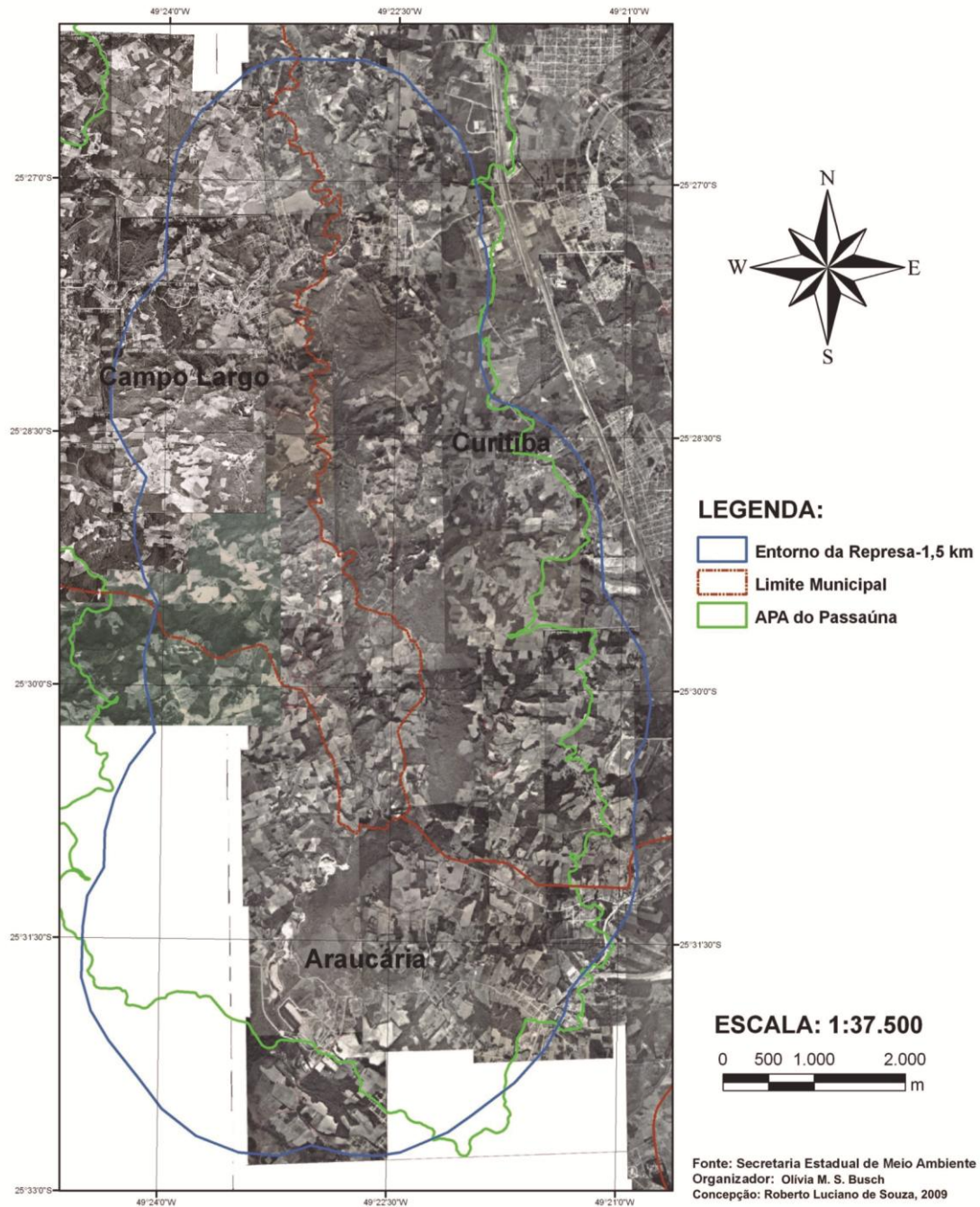


FIGURA 11- REPRESA DO PASSAÚNA E ENTORNO - 1992

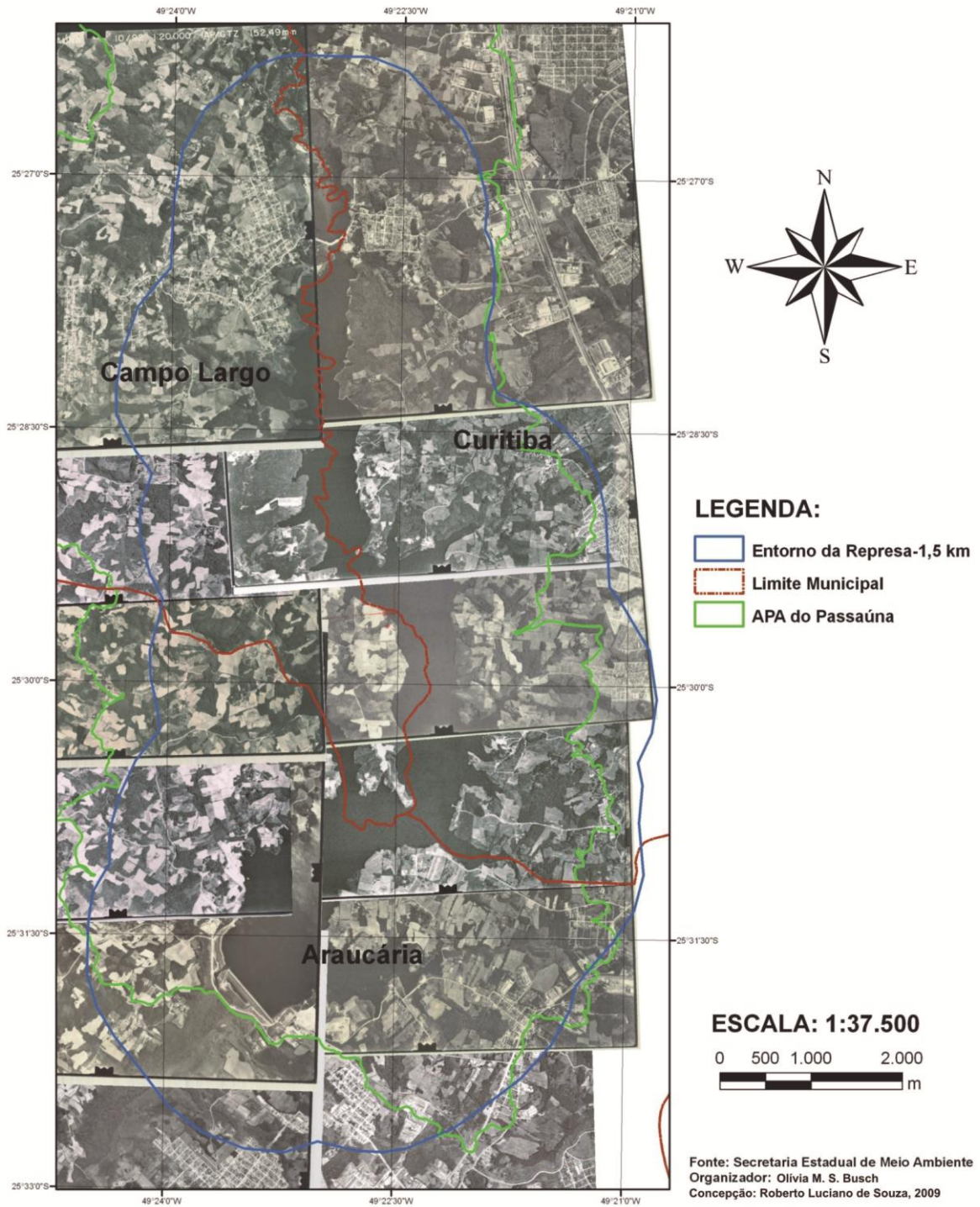
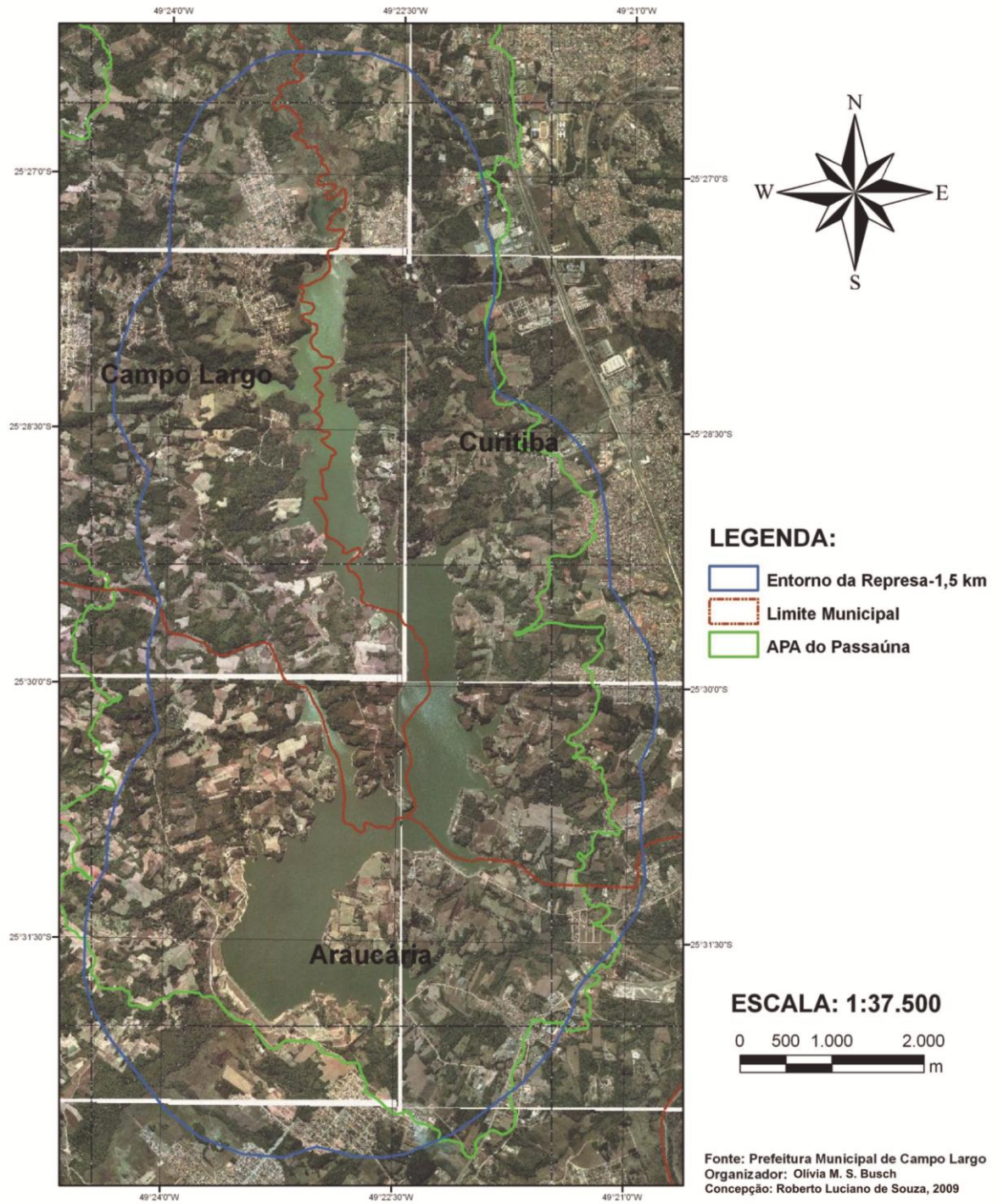


FIGURA12- REPRESA DO PASSAÚNA E ENTORNO - 2000



Essa primeira abordagem ajudou a compreender e caracterizar o processo integrado que resultou no quadro atual de uso e ocupação do solo. Para realizar um estudo mais preciso foi utilizada imagem de satélite Landsat de 5 de agosto e 2006, que possibilitou gerar vários *layers* da região sudoeste do aglomerado urbano da RMC, bem como das áreas contíguas a represa do Passaúna.

Para verificar a evolução no crescimento da população foi utilizada a base cartográfica do IBGE e os dados do Censo de 1996 e de 2000.

Para a atualização do número de habitantes no bairro de Ferraria e São José foi necessário recorrer a bases de dados distintas. No bairro de Ferraria foram utilizados os dados do censo de 2007, realizado pelo IBGE nos municípios com menos 170.000 habitantes. Como os dados do IBGE são elaborados a partir de setor censitário que muitas vezes não coincide com a divisão por bairros e vilas, para a contagem da população da Vila São José, tendo como base o mapa de arruamento da Prefeitura Municipal de Curitiba, foram percorridas todas as quadras que compõem a vila e através de observação visual foi registrado o número de domicílios existentes em cada uma delas (743 domicílios no total). Para conhecer o número de habitantes em 2008, foi multiplicado o número de domicílios por 3,9 habitantes/domicílio, que é o mesmo fator utilizado pelo IBGE para o censo, obtendo-se um total de 2897 habitantes.

"A maioria dos ganhos produzidos por vários séculos de desenvolvimento econômico foi invalidada pela separação entre os seres humanos e a natureza e pela degradação ecológica resultante". "É preciso reaproximar".
Anthony Giddens



CAPÍTULO 2

SAÚDE E MEIO AMBIENTE

2.1 A RELAÇÃO HOMEM – NATUREZA

A discussão de questões ligadas à interface saúde e meio ambiente tem tomado importante dimensão na atualidade. Essa temática tem se tornado importante para pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, ao possibilitar a análise e a proposição de intervenções para preservar a vida no planeta. Embora a relação entre saúde e ambiente se faça mais presente quando da ocorrência de situações de eventos catastróficos e ameaçadores ou, quando dados alarmantes sobre a degradação ambiental são divulgados, percebe-se cada vez mais a necessidade de consolidar um corpo de conhecimentos científicos que permita evidenciar as implicações inerentes a esse contexto, especialmente no que tange à saúde humana (CAMPONOGARA; KIRCHHOF; RAMOS, 2008)

Para Freitas (2005), os problemas ambientais são, ao mesmo tempo, problemas de saúde, uma vez que os seres humanos e as sociedades são afetados em várias dimensões. Alguns processos como a crescente degradação ambiental e o reconhecimento científico dos chamados riscos ambientais globais - especialmente em regiões urbano-industriais que têm problemas como a poluição industrial, o risco de escassez de recursos naturais básicos para a produção e consumo das sociedades industriais a crescente pressão política de novos movimentos sociais ou de movimentos ligados a esses temas colocam - de acordo com Porto (1998), a questão ambiental em destaque.

As relações entre saúde e ambiente devem ser pensadas como integrantes de sistemas complexos. Um problema de saúde ou uma situação de risco ambiental para a saúde humana só podem ser tratados adequadamente se forem considerados os sistemas complexos em que estão inseridos. Pensar na complexidade das situações ambientais ou em problemas de saúde a elas relacionados significa pensar em elementos articulados entre si, conformando situações sempre mutantes e que vão construindo, em um processo dinâmico característico, a sua própria história. A compreensão desse movimento e dessa história é que permite uma intervenção eficaz em situações de risco (PALÁCIOS, 2004).

Dentro desse contexto, a relação homem-natureza historicamente construída, o olhar abrangente sobre o conceito de risco e saúde, as múltiplas faces da relação saúde-ambiente e o modo como ocorreu a urbanização brasileira são categorias importantes para analisarmos a os riscos e vulnerabilidade socioambientais aos quais estão expostas as gerações atuais e futuras.

A presença do homem em um determinado local da Terra resulta sempre em alguma interação com a Natureza, da qual o ser humano obtém alimento, abrigo, calor, luz e matéria

prima para seus produtos, gerando sobras e resíduos e deixando marcas da sua passagem que modificam temporária ou definitivamente o ambiente.

Alguns povos mantêm com a natureza uma relação amistosa, de gratidão pelos benefícios auferidos, de reverência diante da sua complexidade e exuberância e de temor e respeito pelas manifestações do poder destruidor, transformador ou criador dos fenômenos naturais. Povos tidos como primitivos desenvolveram conhecimentos sobre os fenômenos naturais que permitiram sua sobrevivência por milhares de anos em ambientes generosos ou inóspitos tais como as matas tropicais, as várzeas inundáveis do Rio Nilo, os altiplanos andinos ou os desertos da África do Norte, adaptando-se às condições naturais existentes.

Nas sociedades formadas dentro da tradição judaico-cristã, a relação entre o homem e a natureza teve uma influência significativa do Livro do Gênesis, primeiro livro da Bíblia, no qual é descrito o modo como Deus criou a terra, os mares, as árvores e os animais e, já no sexto dia, o homem. Além de ceder ao Homem sua imagem e semelhança, “... Deus o abençoou, e lhe disse: Frutificai e multiplicai-vos e enchei a terra e sujeitai-a; e dominai sobre os peixes do mar, e sobre as aves dos céus e sobre todo animal que se move sobre a terra...” (BIBLIA, 1969). A ideia de que a natureza existe para o benefício do homem, segundo Drew (1998), também encontra respaldo no pensamento de Aristóteles, quando este afirma que “as plantas foram criadas por causa dos animais e os animais por causa do homem...”. O mesmo autor comenta que o cristianismo enfatiza a separação entre o ser humano e o restante da criação, talvez com o objetivo de desqualificar as práticas pagãs de culto à terra e forças da Natureza, e esse distanciamento perdura no pensamento ocidental até nossos dias.

Por essa ou por outra razão, o homem na sociedade ocidental foi estimulado a ver na natureza um inimigo a ser subjugado e pilhado na luta pela sobrevivência e pelo desenvolvimento, enquanto que outros povos viam nela a mãe que oferece, retribui e até castiga. Alguns desses povos desenvolveram suas religiões a partir da sua tendência de personalizar e, em seguida, divinizar as forças da natureza (MAGNANI, 1986). A deidade da natureza impõe e desenvolve uma relação de respeito e reverência do homem comum diante das suas manifestações. Assim, um peixe fígado ou uma fruta colhida, que objetivamente servirá de alimento ao invés de mera demonstração do poder e domínio do homem sobre a natureza, será para um praticante do candomblé afro-brasileiro ou outra religião similar apenas mais uma manifestação da generosidade e sabedoria da natureza.

O pensamento econômico e científico, ainda em sua grande maioria, se vale dessa mesma visão utilitarista da natureza para considerá-la um recurso ou fator de produção e para medir o progresso e desenvolvimento humano pela intensidade do domínio que o homem consegue exercer sobre ela.

Como bem considera Drew (1998), é discutível se o posicionamento ético tipicamente ocidental determinou ou ajudou a desenvolver a tecnologia agrícola e industrial, mas é inegável que essa postura levou a profundas transformações no meio ambiente físico ao longo do tempo, especialmente nos locais alcançados pela civilização ocidental.

É possível que em certo momento da história das sociedades humanas houvesse uma convivência não menos conflituosa, mas de coexistência sem subjugação de um pelo outro, entre os diversos tipos de produção do conhecimento. Todavia, há que se destacar que ao longo dos últimos 300 anos houve uma mudança generalizada na maneira de o homem se relacionar com seu meio, fundamentado no desenvolvimento das forças produtivas oriundas das transformações no modo de produção fabril. Ainda que as mudanças oriundas da revolução industrial não resultassem no desaparecimento de diversas outras formas de relacionamento homem-natureza, é incontestável seu estado de hegemonia sobre as demais.

É justamente nos séculos XVIII-XIX que a sociedade ocidental colocou em prática os fundamentos de uma ciência gestada no período das Luzes. Se, por um lado, o iluminismo e todo o movimento renascentista legaram para a sociedade uma herança de produção voltada para a capacidade criativa do indivíduo e para sua autorrealização na vida terrena, superando o dogmatismo religioso ortodoxo da Idade Média, por outro, essa mesma produção fundamentou-se e enraizou-se na capacidade da razão científica e na visão racionalista empirista como principal fonte de aporte do pensamento e de projeção das realizações do homem. Como mecanismo de formulação do conhecimento formatou-se uma razão que se baseava na ideia do movimento dinâmico newtoniano em que passado e presente eram externalizações de um mesmo momento, e na dualidade cartesiana em que subjetivação e objetivação eram momentos e aspectos distintos do processo de produção do conhecimento.

A partir do iluminismo foi sendo formatada a crença na razão humana como instrumento de conhecimento da natureza e do próprio homem. Para isso, construiu-se uma ideia de desmistificação da natureza, gerando o conceito de natureza equivalente a “coisa”, algo que pudesse ser apropriado pelo conhecimento e dominado pela técnica. Em certa medida, fez-se necessário separar a ideia de homem da ideia de natureza, para que o próprio

homem (considerado não mais natureza) pudesse dominá-la e dar concretude aos seus estudos e descobrimentos. O mesmo preceito foi utilizado na dessacralização do homem (quanto matéria e espírito). A separação entre corpo e alma permitiu que a ciência estudasse a matéria sem profanar a alma do indivíduo (HORA, 2004). Assim, foi possível que a natureza fosse percebida como algo exterior ao homem, bem como o homem não mais se reconhecesse em sua própria totalidade. O domínio da matéria natureza e do homem enquanto matéria poderia, nesse caso, ser objeto da ciência. Essa cisão entre mente e matéria, corpo e espírito, homem e natureza facilitou o projeto de desenvolvimento fabril pelo qual passava a sociedade. A união, entre técnica e ciência propiciou o desenvolvimento da sociedade no seu formato atual: de exploração de uns pelos outros e de privatização de tudo que pudesse ser apropriado e reproduzido no processo de geração de mais valia conhecido como as bases do modo capitalista de produção.

No entanto, estigmatizado pela ideia de certeza e de projeção sobre o domínio das relações da natureza, esse projeto de ciência, entra em crise quando começa a se verificar a própria incontrollabilidade dos fenômenos naturais, mais especificamente daqueles relacionados aos seus aspectos biológicos e físico-químicos, ou seja, de reprodução e manutenção da própria vida.

Até meados do século XX existia uma inquestionabilidade do parâmetro científico da capacidade da razão instrumental de gerar os benefícios e melhorias para a vida cotidiana, tão que esse modelo é adotado por todos os Estados (capitalistas e socialistas), na perspectiva de geração de autonomia e progresso. Todavia, a referência de certeza e autodeterminação científica encontra obstáculos no campo do desenvolvimento da própria sociedade. De um lado, ainda em meados dos anos XX, vê-se a capacidade de autodestruição do homem gerada pelo uso de tecnologias bélicas e suas consequências ao ambiente, e a demonstração dos primeiros sinais, em escala global, do processo de esgotamento e deterioração da natureza. Por outro lado, as transformações oriundas do sistema capitalista com a independência de antigas colônias até a derrocada do bloco socialista na Europa ocidental externalizando a insuficiência dos estados nacionais em responderem pelas demandas sociais básicas geraram uma situação de incerteza no campo político-social e de afirmação das ações em escala global, articuladas não mais no campo restrito da produção, mas também das relações e gestão socioambientais.

Proporcionados pelas novas descobertas no campo da físico-química e provocados pelo nível de desenvolvimento atingido e pelos diversos referenciais de desigualdades socioambientais registrados, todos esses processos levaram as diversas ciências a refletir sobre a noção de indubitabilidade científica, associando-se às mudanças e consequências na sociedade. A síntese desse processo pode ser verificada no ideário da noção de Desenvolvimento Sustentável formulado pela Comissão Brundtland em 1987, e pelos acordos internacionais efetivados na Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente, em 1992.

Na busca por uma nova interpretação da realidade que abarcasse não só a superação e reincorporação da cisão estabelecida e consolidada entre sociedade-natureza, mas também de se projetar sobre a realidade histórica que se apresentava numa escala de efeito global nos diversos aspectos (sociais, econômicos e ambientais), muitos pesquisadores voltaram-se para uma reinterpretação das relações sociedade-natureza. Mais do que projetar uma ciência única, os autores vêm-se debruçando sobre as possibilidades de inter-relacionar os diversos campos do conhecimento superando a tentativa de reduzir os fenômenos naturais à simplicidade dos comportamentos elementares, bem como de incorporar na análise da sociedade as transformações do meio. Noções de *caos*, *desordem*, *ruído*, *complexidade*, *diálogo de saber*, *imprevisibilidade*, *probabilidade*, *risco*, *não-equilíbrio*, *autopoiesis*, *novas racionalidades* vêm sendo construídas como parâmetros de análise científica que tenham por base a noção de natureza e sujeito social em inter-relação e em sua totalidade possível, muito embora os diferentes autores tenham interpretações particulares.

Mesmo que se apresente o predomínio da razão científica na sua forma hegemônica, ainda nos dias atuais, o saber percolado por ela já não faz um caminho livre de obstáculos. As incertezas dispostas na sociedade dão sinais claros de que os tempos são outros.

Mas, como pensar a sociedade hoje? A questão colocada está na possibilidade de entendimento do real como elemento de totalidade e complexidade, disposto na diversidade dos sistemas em interação. A modernidade tardia aponta, justamente, para a revisão e superação da divisibilidade de cada campo do conhecimento. Não obstante, isso se torna indubitavelmente simplificador. Afinal, como pensar a totalidade com ciências que se fragmentam para interpretar uma realidade que é maior? Também se pressupõe que algumas categorias elaboradas estariam superadas, o que não é de todo verdade.

Optamos por tomar de empréstimo a análise de Castells (1999) sobre a contemporaneidade, sobre uma sociedade articulada em seus diversos mecanismos de interação, trocas e circulação de base material com fluxos não materiais decodificados na *Era da Informação*. Pensar a contemporaneidade significa refletir sobre as consequências da terceira revolução tecnológica e da hegemonia global do capital. O fluxo global atual tem como elementos determinantes a circulação e o consumo. Particularidade e identidade são aspectos centrais da reprodução das relações sociais. Crise ambiental e desigualdade social são fenômenos não controlados e desconfortáveis do processo de infalibilidade do desenvolvimento tecnológico. Portanto, as relações sociais que se estabelecem balizam-se num estado de fluidez e incerteza predominante em uma ordem global de domínio de algumas nações sobre as outras. O mundo tem se enraizado em tendências conflitantes entre a globalização como mecanismo de interação societal e produção de riquezas e as diversas identidades como elementos de autonomia e afirmação de povos e nações.

É nesse contexto que Giddens (1991) descreve o período da modernidade tardia como um processo de constante reestruturação da tradição. A modernidade tardia, ao mesmo tempo em que rompe o referencial da pequena comunidade e tradição (dada na ideia de certeza da possibilidade do conhecimento e práticas sociais), também a reconstrói num sistema de peritos em que a ciência é a possível ponte de acesso para o conhecimento e para a certeza. A relação entre um e outro está na superação da ideia fixa de tempo e espaço pela de dinamicidade e mudança balizada pela reflexividade. Assim, reflexividade na modernidade tardia significa que as práticas sociais modernas são enfocadas, organizadas e transformadas, à luz do conhecimento constantemente renovado sobre essas próprias práticas⁷.

Cada vez mais se observa que os processos de transformações globais ou locais são complexos e que não podem ser abordados de forma simplista, uma vez que resultam de combinações de restrições ambientais, dos mecanismos do mercado, das relações sociais e mesmo de relações simbólicas. Qualquer tentativa de enquadrar esses fenômenos em abordagens que desconsiderem um dos diversos fatores da combinação poderá resultar em explicações, no mínimo, incompletas da realidade, quando não equivocadas.

Como a relação sociedade/natureza está presente em boa parte dos processos de transformação que ocorrem no planeta, deve, certamente, ser considerada tanto nas tentativas de explicação desses processos quanto nas propostas de intervenção na realidade observada.

⁷Para um maior aprofundamento sobre esta abordagem consultar *Consequências da Modernidade*, de Antony Giddens (1991).

2.2 UM OLHAR ABRANGENTE SOBRE O CONCEITO DE RISCO E SAÚDE

Coletivamente, parece existir uma percepção de que paira uma aura de ameaça sobre todos nós, podendo se efetivar, de modo particularizado, a qualquer instante, principalmente se não nos precavermos como mandam os preceitos da prevenção em saúde, das normas de segurança no trabalho, das precauções nas atividades cotidianas, não só urbanas, mas, também, rurais. Nessa direção, os trabalhos do sociólogo alemão Ulrich Beck (1997) colocam que se vive em uma sociedade globalizada de risco – uma sociedade catastrófica. Essa sua afirmação se dirige, por um lado, ao contexto capitalista avançado – no qual se destacam os riscos de acidentes (*hazards*) tecnológicos de caráter coletivo, resultantes do processo de modernização dessas formações socioeconômicas. Por outro lado, assinala os riscos da pobreza nas sociedades da escassez nos países menos desenvolvidos e, também, nos bolsões de pobreza dos cantões afluentes do mundo industrializado.

Risco é um vocábulo especialmente polissêmico e, portanto, dá margem a muitas ambiguidades. No século passado, por exemplo, seu sentido estava relacionado a apostas e chances de ganho e perdas em certas modalidades de jogos. Em épocas mais recentes, adquiriu significados referidos a desenlaces negativos (DOUGLAS, 1986). No decorrer da Segunda Grande Guerra, no campo da engenharia, o tema recebeu um forte impulso em função da necessidade de estimar danos decorrentes do manuseio de materiais perigosos. Na biomedicina, essas análises serviram para dimensionar os possíveis riscos na utilização de tecnologias e procedimentos médicos (SKOLBEKKEN, 1995).

O verbete risco, no Dicionário de Epidemiologia (LAST, 1989), faz menção aos seguintes significados: a) a probabilidade de ocorrência de um evento (mórbido ou fatal): b) como um termo não técnico inclui diversas medidas de probabilidade quanto a desfechos desfavoráveis. Porém, cabe lembrar que as discussões sobre risco se estendem para além das abordagens estritamente ‘quantitativas’ epidemiológicas. Segundo Lupton (1999), a noção de ‘risco’ muda de forma frequentemente – pode envolver aspectos econômicos (desemprego, miséria), ambientais (diversos tipos de poluição), relativos a condutas pessoais (maneiras ‘indevidas’ de comer, beber), dimensões interpessoais (formas de manter relações amorosas, sexuais), ‘criminais’ (eventos vinculados à violência urbana). Todos esses ‘riscos fermentam’, misturam-se e extravasam para o âmbito sociocultural, tornando-se signos/símbolos. Em síntese, a experiência de risco participa da configuração de matrizes identitárias e da formação de subjetividades, suscetíveis a interpretações (CASTIEL, 2002)

Porto (2007), também coloca que é difícil definir o conceito de risco em face do caráter polissêmico e dúbio do mesmo: de um lado, é considerado como expressão científica e econômica do controle da natureza e do futuro, que tem por base a evolução dos vários campos científicos e do cálculo probabilístico; de outro, é visto como consequência dos problemas relativos à saúde e ao meio ambiente, decorrentes do desenvolvimento econômico e tecnológico. Lieber e Lieber (2002) revelam essa dubiedade entre os seus polos de onipotência e tragédia, de riqueza e miséria, de liberdade e prisão, e concordam que é ‘arriscada’ a tarefa de definir o conceito de risco.

Beck (1998), em seus estudos afirma que as sociedades industriais capitalistas modernas são pautadas por relações de produção e consumo que geram diferentes formas de energias, materiais e informações, nas quais a velocidade e a grandiosidade dessa produção que gera tanta riqueza têm como contrapartida a possibilidade da própria destruição, em função de riscos que caracterizam a sociedade moderna como a ‘sociedade de risco’. De uma forma geral, podemos considerar que alguns países assumem a prerrogativa de que vivenciamos atualmente um novo estado de modernidade (a sociedade de risco). Beck (1997) ainda identifica a sociedade de risco com uma segunda modernidade ou modernidade reflexiva, que emerge de processos como a globalização e a individualização, tornando difusos os riscos globais, que se caracterizam por ter consequências de alta gravidade, desconhecidas em longo prazo e que não podem ser avaliadas com precisão.

Franco e Druck (1998) afirmam que estamos na direção da expansão progressiva dos riscos locais e globais, que não obedecem à fronteira geopolítica dos países, dado que suas consequências podem atingir todo o planeta.

Um aspecto importante na noção de risco diz respeito à diminuição da crença na autoridade dos sistemas *expert* (sistema perito). Apesar de todos os esforços de controle regulador racional, o conhecimento veiculado pelos especialistas não tem se mostrado relevante para as pessoas lidarem com as questões do mundo da vida. Se, por um lado, as ciências proporcionam explicações e tecnologias que eram desconhecidas da humanidade há pouco tempo, por outro, aspectos cruciais da condição/experiência humana permanecem como problemas. E, de certo modo, adquiriram novas facetas nos tempos atuais, nos quais as matrizes propiciadoras de estabilidade identitária e apaziguamento se enfraquecem. A incerteza a nosso respeito, ao que nos cerca e nos aguarda compromete o valor atribuído ao conhecimento e aos seus representantes (UEXKULL, 1995).

Os conceitos de risco e de ‘sociedade de risco’, aliados a vulnerabilidade socioambiental, devido a sua complexidade e relevância sofrerão uma análise mais profunda no capítulo 3, que compõe este trabalho.

Já o olhar abrangente sobre saúde deve “buscar ‘ressignificar’ a relação entre homem e natureza para além da instrumentalização de um mundo natural visto, em boa parte, pela ciência e pela saúde pública, ora como uma fonte de recursos passiva e inesgotável, ora como mundo selvagem repleto de riscos de doenças e mortes que precisa ser domesticado”, pois, como bem coloca Porto (2007, p.82),

[...] saúde é um conceito dinâmico, multidimensional, qualitativo e evolutivo, envolvendo potenciais de realização humana em suas esferas fisiológicas, psíquicas e espirituais. O conceito de saúde humana implica o entendimento dos processos e condições que propiciam aos seres humanos, em seus vários níveis de existência e organização (pessoal, familiar, e comunitário), atingir certos objetivos realizações ou ciclos virtuosos de vida embutidos na cultura e nos valores das sociedades e seus vários grupos sociais. A saúde possui, portanto, além das biomédicas, dimensões éticas, sociais e culturais irredutíveis, sendo objeto de permanente negociação e eventuais conflitos dentro da sociedade, dependendo de como os valores e interesses se relacionam nas estruturas de poder e distribuição de recursos existentes.

O movimento sanitaria brasileiro⁸, na década de 80, reconheceu essa visão ampliada e plural de saúde que está representada no relatório final da VIII Conferência Nacional de Saúde como sendo a resultante das condições de alimentação, habitação, educação, renda, meio ambiente, trabalho, transporte, emprego, lazer, liberdade, acesso e posse da terra e acesso a serviços de saúde. Isso significa dar condições à criação de trabalho de forma digna, em que os trabalhadores tenham conhecimento e controle sobre o processo e o ambiente de trabalho; à alimentação para todos, segundo as suas necessidades; à moradia higiênica e digna; à educação e à informação plenas; à qualidade adequada do meio ambiente; ao transporte seguro e acessível; ao repouso, ao lazer e à segurança; à participação da população na organização, gestão e controle dos serviços e de ações de saúde; ao direito à liberdade; à livre organização e expressão; ao acesso universal e igualitário aos serviços setoriais em todos os níveis.

⁸ O movimento sanitaria surgiu no Brasil em meados da década de 70 no âmbito das Universidades, tanto em nível de intelectuais como de movimento estudantil, configurando um espaço de enfrentamento à lógica dominante na área da saúde, de aberto privilegiamento aos interesses econômicos corporativos e empresariais do setor. A união de vários profissionais mostrando os efeitos deletérios do sistema vigente para a saúde coletiva propõe outra concepção de pensar e fazer saúde, mais humana e universal, podendo somente ser alcançada através de uma ampla reforma sanitária. Esse movimento teve um papel de ator coletivo na construção do Sistema Único de Saúde que é permeado pelos princípios da Universalidade, Integralidade e Equidade (MENDES, 1996).

Nessa visão ampliada de saúde, de cunho político-social, faz-se necessária a aplicação de estratégias que visem ao desenvolvimento de ações para reduzir as diferenças no estado de saúde da população e assegurar oportunidades e recursos igualitários para capacitar todas as pessoas a realizarem completamente seu potencial de saúde. Para que isso aconteça, bases sólidas precisam ser incluídas nesse processo, como ambientes favoráveis, acesso à informação, a experiências e habilidades na vida, assim como ensejos que permitam fazer escolhas para uma vida mais sadia. Ao brindarmos nossos anos extras, devemos estar conscientes de que o crescimento da longevidade com ausência de qualidade de vida é uma conquista vazia, ou seja, “a expectativa de saúde, é mais importante que a expectativa de vida” (NAKAJIMA, apud MASCARENHAS, 1997).

Essas estratégias foram apontadas na I Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde, realizada em Ottawa, Canadá em 1986, onde se entendeu que a promoção da saúde é um processo de capacitação da comunidade para que possa atuar na melhoria de sua qualidade de vida e de saúde por meio do exercício da cidadania. Na Carta de Intenções foi proposto que, para se atingir um estado de completo bem-estar físico, mental e social, os indivíduos e grupos devem saber identificar aspirações, satisfazer necessidades e modificar favoravelmente o meio ambiente. A saúde deve ser vista como um recurso para a vida, e não como objetivo de viver. Nesse sentido, a saúde é um conceito positivo, que enfatiza os recursos sociais, pessoais, bem como as capacidades físicas. Assim a promoção da saúde não é responsabilidade exclusiva do setor saúde, e vai para além de um estilo saudável, na direção de um bem-estar global (BUSCH, 2000).

Na análise de Minayo e Miranda (2002), a reunião de Ottawa foi de fundamental importância, pois sua proposta rompeu a clássica divisão que tradicionalmente vem separando a saúde pública da clínica; o papel do Estado da responsabilidade dos indivíduos. Essa mudança de visão passou a exigir dos profissionais de saúde, que a assumiram como nova forma de pensar e gerir o setor saúde, uma abordagem mais compreensiva dos diferentes determinantes na complexa produção dos padrões sanitários e das enfermidades, indo além das explicações reducionistas consagradas no tradicional enfoque biologicista.

Tomando como tema os “ambientes favoráveis à saúde”, aconteceu no ano 1991, em Sundsvall/Suécia, a III Conferência Internacional sobre a Promoção da Saúde. Foi a primeira conferência global a focalizar diretamente a interdependência entre saúde e ambiente em todos os seus aspectos. Portanto, não a restringiu apenas à dimensão física ou “*natural*”, mas

enfocou-a também nas dimensões social, econômica, política e cultural. Desse modo, refere-se “aos espaços em que as pessoas vivem: a comunidade, suas casas, seu trabalho e os espaços de lazer” e engloba também as “estruturas que determinam o acesso aos recursos para viver e as oportunidades para ter maior poder de decisão”.

Essa Conferência afirma que “um ambiente favorável é de suprema importância para a saúde. Ambientes e saúde são interdependentes e inseparáveis. Atingir estas duas metas deve ser o objetivo central ao se estabelecer prioridades para o desenvolvimento e devem ter precedência no gerenciamento diário das políticas governamentais”.

É ressaltado, na Conferência de Sundsvall, que a busca da equidade e o respeito à biodiversidade são os dois princípios básicos que devem reger as estratégias para a saúde para todos. No tocante a equidade aponta o compromisso com a “superação da pobreza, o desenvolvimento sustentável, o pagamento do débito humano e ambiental acumulado pelos países industrializados com os países em desenvolvimento e a *accountability* (prestação de contas) das políticas, de forma a garantir uma distribuição mais equitativa de recursos e responsabilidades, como os principais componentes”.

Nas “propostas para ação”, a Declaração de Sundsvall insiste na viabilidade da criação de ambientes favoráveis, fazendo menção às primeiras experiências oriundas de todo o mundo, desenvolvidas particularmente no nível local, as quais cobrem as áreas reunidas como “cenários para a ação” na denominada “pirâmide dos ambientes favoráveis: educação, alimentação e nutrição, moradia e vizinhanças, apoio e atenção social, trabalho e transporte”.

Assim⁹ como Allison, Virchow, Villerme e Snow, nas primeiras décadas de 1800 reconheceram a influência do ambiente sobre a saúde (embora respeitando as diferenças entre as teorias que norteavam a causa das doenças), nas primeiras décadas do século XX estudiosos como Sigerist, Teleky, Ryle e outros epidemiologistas também seguiram pelo mesmo caminho. Reafirmando a importância da relação entre saúde e ambiente, nos primeiros anos da década de 70, o Relatório Lalonde (1974) apresentou o abrangente Conceito do Campo da Saúde, que consistia de quatro amplos elementos: Biologia Humana, Meio Ambiente, Estilo de Vida e Organização de Cuidados da Saúde. Juntamente com a Conferência de Alma Ata esses elementos podem ser considerados como o ponto de partida para a organização de Conferências Internacionais e Nacionais sobre Saúde que passaram a

⁹ Aprofundamentos sobre o tema podem ser encontrados em Terris, M. (1992), nas cartas das Conferências de Promoção de Saúde; na série de publicações de Eugenio Villaça Mendes na década de 90; nos Cadernos de Saúde Pública; na revista de Saúde Pública, dentre outras.

acontecer de forma mais intensa a partir do início dos anos 80, incorporando nos debates sobre saúde a dimensão ambiental e demonstrando a sua inseparabilidade.

Na atualidade, são diversas as abordagens holísticas que reconhecem que o meio ambiente modificado por nossos sistemas sociais e econômicos pode conter sérias ameaças à saúde. A deterioração progressiva do meio ambiente planetário de forma mais intensiva, iniciada na segunda metade do século passado, produzida pelo desenvolvimento industrial apoiado em uma tecnologia invasiva e predatória da natureza, trouxe uma grande inquietação social associada à “perda da natureza”, que não se limita à questão do meio ambiente apenas, mas também à questão da vida como um todo, aí incluindo basicamente a questão da saúde humana (LUZ, 1997).

Como os povos primitivos, os homens na sociedade moderna comumente acreditam na possibilidade de um estado ideal de saúde e felicidade. Embora todos nós saibamos o que significa sentirmo-nos saudáveis, é impossível definir com exatidão tal estado. A saúde é uma experiência subjetiva, “algo que pode ser conhecido intuitivamente, mas nunca descrito e quantificado”. Mas podemos dizer que saúde é um estado de bem-estar que se estabelece quando o organismo funciona de certa maneira em suas interações com o meio ambiente. “Portanto, o conceito de saúde e os conceitos afins de mal-estar, doença e patologia não se referem a algo bem definido, mas são partes integrantes de modelos limitados e aproximados que refletem uma teia de relações entre múltiplos aspectos do complexo e fluido fenômeno da vida” (DUBOS, 1984; CAPRA, 1996).

2.3 RELAÇÃO SAÚDE - AMBIENTE

Verifica-se, desde meados do século XX, a consolidação do enfoque saúde e ambiente, que encontra na terminologia epidemiologia ambiental seu instrumental metodológico e na expressão saúde ambiental a chave para orientar a organização institucional e para sensibilizar comunidades, técnicos e governos sobre a necessidade de uma abordagem que articule ambas as esferas. Subjacente a essa visão, segundo Heller (1998), há a percepção da importância de que saúde e ambiente se aproximem, enquanto conceito e prática. O resultado dessa aproximação para a área da saúde seria o de valorizar o ambiente como fator determinante de agravos à saúde. Já para a área ambiental, visualizar efeitos das alterações ambientais sobre a saúde humana traria a significativa contribuição de resgatar o impacto sobre o homem nas

preocupações do enfoque ambiental, avançando da clássica supervalorização dos impactos sobre o meio físico.

A relação entre ambiente e saúde define um campo de conhecimento referido como “Saúde Ambiental” ou “Saúde e Ambiente”. Para a Organização Mundial de Saúde (OMS) essa relação incorpora todos os elementos e fatores que potencialmente afetam a saúde, incluindo, entre outros, desde a exposição a fatores específicos como substâncias químicas, elementos biológicos ou situações que interferem no estado psíquico do indivíduo, até aqueles relacionados com aspectos negativos do desenvolvimento social e econômico dos países (OPAS, 1990).

Um dos conceitos de saúde ambiental é o que expõe “que ela é o equilíbrio ecológico que deve existir entre o homem e seu meio para fazer possível o seu bem estar”. Tal bem estar refere-se ao homem em sua totalidade, não somente à saúde física, mas também à saúde mental e a um conjunto de relações sociais ótimas. Por outro lado, refere-se ao meio em sua totalidade, desde a moradia individual até a morada terrestre inteira. Quando ocorre a alteração desse equilíbrio homem-ambiente, sociedade-natureza, produzida pelas transformações produtivas, territoriais, demográficas e culturais a doença relacionada ao ambiente emerge (FINKELMAN, 2004).

A III Conferência Mundial de Promoção da Saúde realizada em Sundsvall (Suécia, 1991), ocorreu um ano antes da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92, tendo sido realizada num contexto de intensos debates sobre a questão ecológica. Pode ser considerada uma espécie de pré-Rio-92 colocando a discussão ambiental na agenda da saúde e abordando a interdependência entre os dois fatores.

Durante o período de preparação da Conferência Rio-92, ocorreu no Brasil um esforço em formular propostas concretas, que visassem a estreitar a relação entre saúde e ambiente. No relatório Brundtland (1987), a definição de *desenvolvimento sustentável* identificou o papel dos seres humanos em relação ao ambiente e descreveu o impacto das mudanças ambientais sobre a saúde e a qualidade de vida das populações. A partir da conferência Rio-92, o relatório da *United Nations Commission on Environment and Development* (UNCED), que propôs a Agenda 21 como plano de ação para o desenvolvimento sustentável, abrangeu a ideia de que as necessidades essenciais de saúde das populações deveriam ser urgentemente focalizadas, dentro de um marco que articulasse suas relações com os fatores ambientais

considerados na complexidade e inter-relações físicas, biológicas, químicas e sociais (MINAYO; MIRANDA, 2002).

Embora a Rio-92 tenha contribuído para um aumento das preocupações com os problemas de saúde relacionados com o ambiente, as reflexões sobre a relação saúde-ambiente apresentaram poucos, avanços que foram constatados quando da realização da Conferência Rio + 10 (2002), na cidade de Joanesburgo, África do Sul (FREITAS, 2005).

No Brasil do ponto de vista institucional, as questões ambientais tradicionalmente relacionadas à saúde continuaram com sua preocupação voltada, quase que exclusivamente, ao saneamento básico (água, esgoto, lixo, etc.). Porém, na visão de Câmara e Tambellini (2003), a saúde ambiental no Brasil incorporou, além das questões de saneamento e água para consumo humano, as situações de risco em relação à poluição química, à pobreza, à equidade, às condições psicossociais e à necessidade de um desenvolvimento sustentável para preservar as gerações futuras.

Embora óbvia na prática concreta e empírica, a relação entre saúde e ambiente não é um fato dado. Ao contrário, está repleta de contradições e reducionismos e de zonas nebulosas do pensamento.

O que se expressa por saúde ambiental, predominante no Brasil, é um aglomerado de ideias e práticas que ainda não representam uma agenda estratégica capaz de refletir e apresentar ações do governo e da sociedade que considerem os riscos à saúde decorrentes da complexidade da estrutura de nossa sociedade, tendo como base uma forte concentração de renda, a urbanização desordenada marcada por uma infraestrutura débil e incompleta, e a disparidade regional associada a uma profunda iniquidade social.

Finkelman et al., (2002, p.11-18), fazem uma divisão didática para o desenvolvimento da saúde ambiental no país, tomando por referência o período de 1970 até final de 2002, e marcam três períodos distintos. O **primeiro período** ao que eles denominaram de “*tomada de consciência*” e compreende a década de 70 até o início de 90, que identifica a importância das questões ambientais e sua relação com a saúde humana como uma preocupação mundial a partir da conferência sobre meio ambiente realizada em Estocolmo em 1972. E esse período se expressa no “fortalecimento da capacidade institucional de órgãos ambientais e nas iniciativas do campo da saúde e do meio ambiente – tendo como exemplo a criação do Centro de Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, na Fundação Oswaldo Cruz, e as organizações governamentais estaduais de meio ambiente”.

Alguns dos eixos estruturais que concorreram para o surgimento da saúde ambiental no país foram o desenvolvimento da Secretaria Nacional de Meio Ambiente e a criação do Sistema Nacional de Meio Ambiente. No âmbito do Sistema de Saúde, observamos a estruturação da Divisão Nacional de Ecologia Humana e Saúde Ambiental, vinculada à Secretaria Nacional de Ações Básicas de Saúde, e às Coordenações de Saúde Ambiental nos Estados. Nesse período, são realizadas as primeiras conferências nacionais de saúde do trabalhador e de saúde ambiental, cujas teses são em parte asseguradas na legislação subsequente.

Do ponto de vista da saúde, a preocupação com a exposição humana aos perigos provenientes do desenvolvimento e consolidação dos grandes polos industriais, especialmente o petroquímico, decorrente do forte processo de industrialização observado na década de 70, propiciou o desenvolvimento de centros de intoxicação e de laboratórios de toxicologia humana. Ao mesmo tempo, a expansão da fronteira agrícola e o investimento na monocultura extensiva trouxeram consigo a disseminação do uso de agrotóxicos, sendo que a resposta ao controle e ao tratamento de seus efeitos adversos à saúde humana desencadeou o processo de registro de agrotóxicos e de outros mecanismos de vigilância sanitária do trabalhador. Nesse momento, as estruturas de saúde ambiental se organizavam em torno de problemas tais como saneamento ambiental, exposição humana a agrotóxicos, mercúrio, chumbo, aos fatores de risco relacionados à qualidade da água para consumo humano e à saúde do trabalhador.

Em 1980, a partir da constatação da necessidade de se criar um sistema abrangente de informação e documentação em Toxicologia e Farmacologia de alcance nacional, capaz de fornecer informações sobre medicamentos e demais agentes tóxicos existentes em nosso meio, o Ministério da Saúde instituiu o SINITOX (Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas), que até os dias atuais tem como principal atribuição coordenar o processo de coleta, compilação, análise e divulgação dos casos de intoxicação e envenenamento registrados por uma rede que, até 2006, era composta por 36 centros de informação localizados em 19 estados brasileiros e no Distrito Federal.

Há de se salientar que também os grupos de pressão da sociedade, organizações e personalidades ambientalistas - Agenda verde e outros - também exerceram um papel importante no debate e nas reivindicações da existência de mecanismos de resposta nas questões da saúde relacionadas à degradação ambiental.

É também colocado pelos autores, como fator estruturante dessa época o desenvolvimento de...

[...] mecanismos de cooperação internacional nas áreas de toxicologia, epidemiologia ambiental, metodologias de avaliação de risco à saúde pública e competência laboratorial, tendo como referência a ação e as estratégias da Organização Panamericana de Saúde (OPAS), em particular do Centro Pan-Americano de Ecologia Humana e Saúde (ECO), visando especialmente à formação de recursos humanos, à elaboração de guias e manuais, ao desenvolvimento de bases de dados e de sistemas de informação e, não menos importante, ao apoio político para as iniciativas de desenvolvimento da saúde ambiental no Brasil (FINKELMAN et al., 2002,p.12).

Esse período vai culminar com o início da participação do setor saúde brasileiro na cúpula Rio 92, abrindo canais para discutir a saúde no setor ambiental.

Iniciado a partir da Conferência do Rio em 1992, o **segundo período** - que durou toda a década de 90 - pode ser identificado como de “*desmantelamento*”¹⁰ do que foi gestado no período anterior, fortemente marcado pelo projeto político de consolidação do modelo neoliberal de redução do papel do estado e da sociedade civil organizada na definição e condução das políticas públicas estratégicas do país. “No processo de criação do Sistema Único de Saúde, a partir da Lei 8.080, a preocupação central está voltada para a adequação e universalização do modelo de assistência médica individual, sendo tênue e pouco vigorosa a preocupação com a saúde coletiva e ainda em menor grau, a relação entre saúde e ambiente” (FINKELMAN et al., 2002, p.18).

Do final da década de 90 aos dias atuais ocorre o **terceiro período**, o da “reconstrução” da saúde ambiental, expressando iniciativas de resgatar, no âmbito do Ministério da Saúde, a construção de uma política de saúde ambiental. Como pontos importantes desse processo podem ser colocados: a estruturação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária; a reformulação da Fundação Nacional de Saúde; a definição de eixos agregadores na Fundação Oswaldo Cruz; a identificação da cooperação técnica com a OPAS para o desenvolvimento da área de Saúde Ambiental; a constituição da Comissão Permanente de Saúde Ambiental do Ministério da Saúde e a celebração do Termo de Cooperação entre os Ministérios da Saúde e do Meio Ambiente, para a construção de uma agenda de Saúde Ambiental do Governo Federal.

O fenômeno da “reconstrução” coloca um enorme desafio para o setor da saúde: a elaboração de um projeto de desenvolvimento e organização das bases teóricas, filosóficas e

¹⁰Esse desmantelamento vem em consequência da falta de recursos para o próprio SUS, que se via na situação de não ter recursos para o pagamento da assistência à saúde.

conceituais, das políticas e das competências institucionais que possibilitem a construção de uma política pública capaz de introduzir, na essência do modelo de saúde brasileiro, uma vertente de conhecer e agir sobre os múltiplos riscos e perigos do meio ambiente que influenciam a saúde da população. Para tanto, faz-se necessário olhar criticamente os caminhos percorridos, identificar as possibilidades de ampliar a capacidade do setor saúde em estabelecer novas parcerias e compromissos com diversos setores, especialmente com a sociedade.

2.3.1 Determinantes ambientais de saúde

A relação entre contaminação ambiental e processo saúde-doença encontra-se há muito estabelecida. Em 1700, o epidemiologista italiano Bernardino Ramazzini descreveu as doenças respiratórias de trabalhadores em ocupações sujeitas à exposição à sílica e outras poeiras. Posteriormente, em 1854, John Snow estabeleceu a relação entre água contaminada e doenças infecciosas ao analisar a epidemia de cólera em Londres. Na segunda metade do século XX, pesquisas comprovaram que muitos compostos orgânicos sintéticos apresentam efeitos adversos à saúde, como desenvolvimento de cânceres e alterações genéticas. Contudo, a relação quantitativa entre doenças e ambiente ainda não se encontra totalmente compreendida. (BENETTI, A.D., 2007).

Na metodologia da Análise Comparativa de Risco, proposta e desenvolvida pela Organização Mundial da Saúde – OMS – foram considerados seis fatores de risco ambiental e ocupacional que apresentam importantes impactos na saúde da população: poluição do ar externo; poluição do ar interior por queima de combustível sólido; exposição ao chumbo; água, saneamento e higiene; mudanças climáticas e fatores ocupacionais. Na publicação da OMS, *Preventing disease Through Healthy Environments: Towards an Estimate of the Environmental Burden of Disease* (2006), são incluídos mais dois fatores: a má nutrição e a inatividade física.

Os resultados do relatório acima citados indicam que 24% de todas as doenças e 23% das mortes prematuras se devem a fatores de risco ambiental que são modificáveis, ou seja, poderiam ser evitados, administrados ou minimizados. Entre crianças de 0 a 4 anos, esses percentuais sobem para 36% e 37%, respectivamente. Também, os percentuais variam entre regiões da Terra, entre sexo e grupos de idade. Em valores percentuais, os quatro grupos de doenças mais afetados pelas condições ambientais são por ordem, diarreias (94%), malária

(44%), ferimentos não intencionais causados principalmente por acidentes e trabalho (42%), e infecções respiratórias das vias aéreas inferiores (41%). Porém, segundo os autores, esses resultados são conservadores, isto é, provavelmente subestimam a real carga de doenças que é atribuível a fatores de risco ambiental, devido ao fato de que somente uma fração dos riscos ambientais e ocupacionais que afetam a saúde é coberta pela literatura. Por exemplo, doenças associadas ao declínio ou destruição de ecossistemas, ou à exposição a interferentes endócrinos não foram quantificadas devido às incertezas ainda existentes (BENETTI, A.D., 2007).

Como se pode constatar pelos dados acima, as relações entre determinantes ambientais e saúde estão sendo cada vez mais valorizadas, pois há muito é “conhecido que as melhorias na nutrição e no saneamento e as modificações nas condutas da reprodução humana foram os fatores responsáveis pela redução da mortalidade na Inglaterra e no País de Gales no século XIX e primeira metade do século XX. As intervenções médicas eficazes, como imunizações e antibioticoterapia tiveram influência tardia e de menor importância relativa” (MENDES, 1996, p.245).

O aumento da vida média do homem ocorrido no último século deve-se muito mais à melhoria das condições de saúde e do meio ambiente nas cidades - alcançada pela extensão no fornecimento de água tratada e pela implantação de rede coletora de esgoto doméstico a uma maior parcela da população, que teve como consequência, uma melhora em suas condições de higiene - do que à descoberta dos antibióticos. Mascarenhas (1997) é um entre os vários autores que defendem essa visão.

A economia de recursos financeiros que ocorre quando projetos de saneamento são implantados, fica evidenciada no exemplo trazido por Sampaio apud Mascarenhas (1997, p.296), de que “só no Estado de São Paulo, no período de um ano (1987/1988), ocorreram 182.753 internações hospitalares por doenças preveníveis através de medidas sanitárias. O custo financeiro total devido a estas internações foi de US\$ 32 milhões, recurso este que, aplicado em ações de saneamento, viabilizariam a almejada melhoria de qualidade de vida, pela simples ausência daquelas doenças”.

A compreensão de que os problemas socioambientais conformam sistemas complexos é dada por vários autores, entre os quais podemos citar Garcia (1994). Também o conceito de ambiente de Milton Santos (1998a), define o ambiente como espaços socialmente construídos. Para ambos os autores, esses espaços estão onde os recursos naturais sofreram a ação do

homem e sua globalidade está constituída por um conjunto de elementos, nos quais intervêm processos sociais, econômicos e políticos. Portanto, suas partes constitutivas inter-relacionam e interagem entre si e com outros sistemas.

Ao modificar o meio ambiente, a atividade do ser humano é consumidora dos estoques naturais, o que, em bases insustentáveis, tem como consequência a degradação dos sistemas físico-biológico e social, propiciando o surgimento dos determinantes sociais, físico-químicos e biológicos que interferem na saúde humana.

A aquisição de conhecimentos sobre os determinantes sociais parte do estudo da desigualdade social, tida como fonte geradora de agravos à saúde, traduzidos em morbidade e mortalidade (FINKELMAN, 2004). Os fatores psicossociais, hábitos, estilo de vida e aspectos organizacionais também compõem os determinantes sociais, que vêm ganhando mais espaço nos projetos de desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida, embora o pensamento hegemônico biomédico tenha relegado esses fatores para segundo plano (PHILLIPI JR, 2005).

Um exemplo relevante no contexto dos determinantes sociais é o estudo das migrações como componente de variação populacional, redistribuição espacial e mudança na estrutura e composição da população. A forma como ocorreu a ocupação do solo urbano nas últimas décadas, seguindo a lógica do mercado, a crescente especulação imobiliária, a falta de acesso econômico e de políticas públicas adequadas de habitação, contribui para a expulsão de parte da população para áreas deficientes em infraestrutura de saneamento, moradia e saúde, expondo esse segmento a condições ambientais críticas (PHILLIPI JR, 2005). Aqui se encontram associados, sem preocupações conceituais mais apuradas, *risco e vulnerabilidade*, que poderiam ser minimizados com as ferramentas que compõem o planejamento urbano participativo, tendo como bases estruturais as deliberações que constituem o Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001).

Segundo Finkelman (2004), resumidamente poderíamos dizer que os determinantes físico-químicos podem ser classificados em:

- naturais previsíveis: são aqueles que, em boa parte, podem de antemão ser previstos, permitindo estimar as possíveis consequências e, dessa forma, adotar medidas para redução de seus efeitos;
- naturais imprevisíveis: são aqueles que, apesar de todo o conhecimento sobre o assunto não possibilitam que medidas preveníveis sejam adotadas;

- artificiais acidentais: são aqueles acidentes ou desastres de origem antrópica que tanto podem advir do ambiente natural efeito estufa, buraco na camada de ozônio, como do ambiente antrópico – impacto de tecnologias sofisticadas que, fora de controle, atingem o próprio homem, como, por exemplo, acidentes com produtos químicos perigosos;
- artificiais produzidos: são os de uso programado e continuado, como a poluição consequente do desenvolvimento industrial (substâncias químicas no meio hídrico e resíduos sólidos no meio terrestre), e os de poluição pressentida, aquela que possui uma certa finalidade (defensivos agrícolas, medicamentos, agentes tóxicos e nocivos usados em conflitos armados).

Os *determinantes biológicos* incluem os fatores genéticos e os fatores exógenos como os acidentes como mordida de rato e as infecções provocadas por microrganismos. A disposição inadequada de resíduos sólidos e o lançamento de efluentes sem tratamento nos cursos d'água provocam modificações ambientais e podem criar ambientes propícios à existência de vetores de interesse para a saúde pública, como roedores e artrópodes (PHILLIPI JR, 2005).

A sociedade atual, com seus contornos complexos e a decorrente ampliação dos impactos ambientais, tanto sob o ponto de vista de sua natureza quanto de sua abrangência geográfica (em muitos casos atingindo escala planetária), levou também à expansão da visão dos determinantes ambientais sobre a saúde. Para Heller (1998), dentro desse contexto torna-se insuficiente e reducionista a consideração apenas das questões sanitárias, ignorando relevantes problemas ambientais contemporâneos e o risco à saúde a eles associados, a exemplo dos fatores das mais diversas naturezas como a poluição atmosférica, o emprego de biocidas na agricultura, o *stress* urbano e a radiação.

Apesar da tendência, mais que necessária e de urgência, em ampliar o olhar sobre os determinantes ambientais de saúde, é notória a persistência da importância do papel do saneamento no quadro de saúde, em particular nos países em desenvolvimento. A persistência da problemática do saneamento encontra-se ainda fortemente associada ao modelo socioeconômico praticado, no qual a população mais vulnerável corresponde justamente àquela excluída dos benefícios do desenvolvimento, principalmente no aspecto relativo às doenças infecciosas e parasitárias. Porém, quando se volta o olhar para as substâncias químicas persistentes, toda a população está exposta aos riscos delas advindos.

O contexto que envolve a relação saúde-ambiente nos indica que a internalização do ambiente como inseparável da saúde se constitui em demanda planetária no século XXI.

2.3.2 A questão particular da água de consumo humano e o esgotamento sanitário

A relação saúde-saneamento, na visão de Heller (1998), esteve na raiz da atual visão saúde-ambiente. Foram quase exclusivamente as questões de saneamento, sobretudo antes da Revolução Industrial, aquelas que historicamente caracterizaram os determinantes ambientais da saúde. E, nesse ponto, os vários marcos que, ao longo da História, denotaram a preocupação da melhoria do ambiente, visando à prevenção de problemas com a saúde humana, tiveram no saneamento seu referencial.

Assim, desde dois mil anos antes de Cristo, com o reconhecimento da necessidade de se purificar a água (EPA, 1990) e de se praticarem hábitos sanitários, até Snow no século XIX (SNOW, 1990), passando por Hipócrates e pela prática ditada pela teoria miasmática, a trajetória histórica da saúde ambiental foi a constatação da relação entre o saneamento e a saúde. Embora na atualidade ainda persistam problemas graves, a preocupação com a saúde e o meio ambiente, relacionada ao setor de saneamento no Brasil, já existe desde meados do século XIX.

O Quadro 3 apresenta um panorama histórico 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. Como observado por Branco (1991), a história brasileira é toda pontuada por aspectos institucionais e de regulação sobre a qualidade das águas, que se modificaram à medida que os conceitos de saúde e meio ambiente foram sendo incorporados.

O enfoque sanitário, apresentado no Quadro 3, 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 (CAIRNCROSS, 1989; HELLER, 1998).

A avaliação ambiental, incorporada recentemente, inclui novas questões quando da implementação dos sistemas de saneamento, tanto com relação aos seus efeitos positivos como também aos negativos. 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 como tema ambiental, inclusive no Brasil.

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).

Soares, Bernardes e Netto (2005) expõem que o comprometimento do corpo receptor é um agravante tanto ambiental quanto sanitário, e se reflete mesmo quando ocorre o tratamento dos esgotos. Estudos desenvolvidos por Von Sperling e Chernicharo (2000) indicam que as tecnologias de tratamento de esgotos empregadas no Brasil são eficientes somente no que se refere à remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Sólidos em Suspensão (SS). Entretanto, não produzem um efluente compatível com os padrões de qualidade exigidos pela legislação, em termos de amônia, nitrogênio, coliformes fecais e, principalmente, fósforo. Com esses dados, percebe-se um significativo distanciamento entre os objetivos alcançados no tratamento de esgotos no Brasil e os já atingidos em países desenvolvidos, apresentados no Quadro 3.

QUADRO 3 – EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS ASPECTOS DE SAÚDE PÚBLICA E MEIO AMBIENTE NO SETOR DE SANEAMENTO NO BRASIL

PERÍODO	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
Meados do século XIX até início do século XX	-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 e parasitárias e até mesmo 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	-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	-Elaboração do Código das Águas (1934), que representou o primeiro instrumento de controle do uso de recursos hídricos no Brasil, estabelecendo o abastecimento público de água como prioritário. -Coordenação das ações de saneamento (sem prioridade) e assistência médica (predominante) essencialmente pelo setor saúde.
Décadas de 50 e 60	-Surgimento de iniciativas para estabelecer as primeiras classificações e os primeiros parâmetros físicos, 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 quanto à sua existência efetiva.
Década de 70	-Predomínio da visão de que avanços nas áreas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos países em desenvolvimento resultaram na redução das taxas de mortalidade, embora ausentes 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	-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 do Meio Ambiente (1981). -Revisão técnica das legislações pertinentes aos padrões de qualidade das águas.
Década de 90 até o início do século XXI	-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 consequências de atividades de saneamento que importem impacto ao meio ambiente

Fonte: Branco (1991), Cairncros (1989), Costa (1994) e Heller (1998).

A análise do Quadro 4 indica que o tratamento de esgotos no Brasil somente atinge hoje, em parte, os objetivos dos países desenvolvidos anteriores à década de 70, pois ainda existe um déficit com relação a soluções para a eliminação de organismos patogênicos. Por outro lado, os países desenvolvidos já possuem preocupações avançadas com a proteção ambiental e os riscos à saúde pública, que se refletem, por exemplo, nos cuidados com o manejo do lodo produzido em estações biológicas de tratamento de esgotos.

QUADRO 4 – EVOLUÇÃO DOS OBJETIVOS DO TRATAMENTO DE ESGOTOS EM PAÍSES DESENVOLVIDOS

PERÍODO	OBJETIVOS DO TRATAMENTO DE ESGOTOS
Início do século XX até a década de 70	<ul style="list-style-type: none"> • Remoção de sólidos em suspensão (SS). • Tratamento da matéria orgânica (remoção de DBO e DQO). • Eliminação de organismos patogênicos
Décadas de 70 e 80	<ul style="list-style-type: none"> • Preocupação principal com aspectos estéticos e ambientais do efluente. • Remoção de DBO, SS e patogênicos continua com níveis mais elevados. • Remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo) começa a ser incorporada.
A partir da década de 80	<ul style="list-style-type: none"> • Preocupação com os riscos à saúde relacionados com compostos químicos tóxicos ou potencialmente tóxicos lançados no meio ambiente. • Permanência dos objetivos de melhoria da qualidade da água dos anos anteriores, porém com a mudança de ênfase para a definição e remoção de compostos tóxicos que podem causar efeitos na saúde humana em longo prazo.

Fonte: Metcalf e Eddy Incorporation (1991)

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. Com efeito, no final dos anos 80 começaram a ser elaboradas e revisadas as legislações pertinentes aos padrões de qualidade das águas, que, entre outros objetivos, buscam a proteção das águas dos mananciais e estabelecem normas e padrões para a qualidade da água de consumo humano.

A Portaria n° 1.469/ 2000 (BRASIL, 2000), do MS, revisou os padrões de potabilidade e os procedimentos relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano. Segundo Bastos et al. (2001), essa portaria pretendeu incorporar ao máximo as informações recentes sobre os riscos associados, por exemplo, à *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* sp e cianobactérias; os mecanismos de remoção de patogênicos por meio do tratamento de água; o emprego de indicadores e as evidências toxicológicas de agravos à saúde decorrentes da ingestão de substâncias químicas. Atualmente os padrões de potabilidade estão normatizados pela Portaria 518/2004, do Ministério da Saúde.

Ao contrário dos padrões de potabilidade, que versam 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.

Além de problemas de saúde pública, a precariedade de saneamento básico tem como consequência direta a degradação da qualidade hídrica, que tem entre as principais fontes de poluição da água superficial e subterrânea o lançamento de esgotos doméstico *in natura* ou parcialmente tratado; lançamento de esgotos industriais; lançamento de águas pluviais através

de galerias, águas de escoamento superficial, água de infiltração; e lançamento de resíduos sólidos e outras impurezas¹¹.

A água só mais recentemente vem sendo tratada como um recurso finito e vulnerável, e que pode representar obstáculo ao desenvolvimento das cidades e à qualidade de vida. A disponibilidade mundial *per capita* por ano de água doce reduziu de 17 mil m³ em 1950, para 7.300 m³ em 1995. Essa situação torna-se mais crítica com o aumento da poluição dos recursos hídricos e a não uniformidade de sua distribuição. A demanda de água para as atividades humanas cresceu bastante, principalmente por causa do aumento populacional, do maior consumo per capita e das atividades econômicas. Desde 1940, o consumo de água mundialmente aumentou numa média de 2,5% ao ano, aumento inclusive superior à taxa média de crescimento da população (PHILLIPI JR, 2005).

É vasta a bibliografia¹² sobre a relação de água de má qualidade ou quantidade insuficiente com a ocorrência de doenças, principalmente as infecciosas- intestinais. Porém, a partir dos anos 80 e 90, com os investimentos realizados no setor de saneamento, a incidência de mortes relacionadas a esse fator, caiu significativamente, principalmente os óbitos em crianças menores de um ano.

Contudo, a água continua sendo um fator de risco e vulnerabilidade para a saúde humana, mas por outras razões que, na atualidade, requerem mudanças e pesquisas em duas esferas de conhecimento em um primeiro momento; uma na escala tecnocientífica (esfera micro), com pesquisas em novos modelos de tratamento tanto de água para consumo como de efluentes domésticos e industriais, as quais serão, provavelmente, mais complexas e onerosas para tentar resolver ou minimizar a problemática nos ambientes já intensamente impactados; e outra na relação produção/consumo da sociedade atual.

Em particular o que vem preocupando é a exposição de baixo nível (μgL^{-1}) por período prolongado (mais de uma década) a subprodutos químicos gerados no processo de tratamento da água, como também substâncias químicas sintéticas presentes nos efluentes domésticos e industriais advindos do modo de produção e consumo atuais, que acabam por chegar aos corpos d'água e podem substituir os hormônios naturais, interferindo nos

¹¹ As principais fontes de poluição hídrica podem ser encontradas em Motta (1999). *Urbanização e meio ambiente*. Rio de Janeiro. ABES.

¹² Para um maior aprofundamento sobre o assunto ver série Cadernos de Saúde Pública Revista de Saúde Pública, Revista Brasileira de Epidemiologia, Revista de Engenharia Ambiental, Revista Ciência e Saúde Coletiva. Ferreira (2006) apresenta uma explanação minuciosa da integração entre saneamento e doenças infecciosas e parasitárias ao longo da história.

processos normais de reprodução e desenvolvimento, das gerações atuais e também das futuras. O embasamento teórico sobre essas substâncias e a sua influência sobre a saúde humana estão expostos no capítulo 3 deste trabalho.

Por outro lado, a qualidade do abastecimento público, essencial para a população, e a crescente demanda por água, estão aliadas à construção de represas. Estas, porém, com o decorrer do tempo passam por um processo natural de eutrofização que resulta no desenvolvimento de algas, especialmente cianobactérias, potencialmente produtoras de toxinas. Fatores antrópicos também contribuem para acelerar a eutrofização natural, como o aporte artificial de nutrientes oriundos da atividade humana, a destinação incorreta de resíduos sólidos, e a ausência de um plano de gestão ambiental eficiente.

A preocupação com a ocorrência dessas florações relaciona-se, também, à sua capacidade de produção e liberação de cianotoxinas – ação hepatotóxica e neurotóxica –, que podem afetar a saúde humana, tanto por ingestão de água como por contato, ou ainda pelo consumo de pescado contaminado. Ainda que a principal via de intoxicação seja pelo consumo sem tratamento adequado para a remoção dessas toxinas, há evidências de que populações abastecidas por reservatórios que apresentam extensas florações podem estar expostas a baixos níveis de toxinas por longo período. Esse consumo continuado de pequenas doses de hepatotoxinas pode levar a uma maior incidência de câncer hepático (SILVA; BEATRIZ, 2004).

A prática do saneamento, no momento atual, não pode ficar apenas centrada em pressupostos cuja origem data de meados do século XIX, período em que o inglês Edwin Chadwick, com seu trabalho sobre a condição sanitária da população trabalhadora da Grã-Bretanha, propôs importantes medidas de saneamento para a saúde pública (ROSEN, 1994). Mas levando em conta que o contexto do mundo atual, marcado pela complexificação das sociedades, como afirma Carvalho (1996), pela crise da saúde pública e pela eclosão da problemática ambiental é significativamente diferente da realidade daquele momento histórico, tais pressupostos encontram-se limitados e, por isso mesmo, ajustam-se com dificuldades às demandas do século XXI. A direção a ser tomada é a de um saneamento voltado não só para a prevenção de doenças, mas também - e principalmente - para a promoção da saúde (SOUZA; FREITAS, 2007).

Segundo Pereira (2001), os problemas ambientais das cidades brasileiras podem ser classificados em dois tipos: a degradação resultante dos padrões de consumo da parcela da

população com renda média e alta e os problemas ambientais resultantes dos padrões de vida da população de baixa renda. A degradação causada pela pobreza está associada à provisão inadequada dos serviços básicos de infraestrutura, pois “a deficiência mais grave dos assentamentos urbanos de baixa renda é a que resulta da falta de condições adequadas de captação, canalização e disposição de dejetos humanos”.

Portanto, as preocupações com a água enquanto veículo de disseminação e transmissão das doenças vai, atualmente, muito além do enfoque infeccioso e parasitário descrito com tanta propriedade e riqueza pelos métodos investigativos por mais de uma centena de autores, em estudos científicos nos dois últimos séculos.

2.4 URBANIZAÇÃO E SANEAMENTO

A revolução industrial trouxe no seu bojo um ritmo acelerado de mudanças econômicas, sociais e ambientais que acabaram por atingir, em um tempo maior ou menor, praticamente todo o mundo. Uma das principais consequências desse processo foi o esvaziamento dos campos e a concentração populacional nos centros urbanos.

O crescimento rápido e pouco planejado dos centros urbanos ao longo das últimas décadas, aliado aos avanços tecnológicos e às mudanças globais, resultou em novas formas de produção e ocupação territorial, consolidando mudanças nos hábitos da população e criando novos padrões de consumo. O modelo de desenvolvimento que estamos vivendo condiciona as relações sociais e econômicas e acentua os riscos para a saúde e o ambiente (AUGUSTO et al., 2003).

No entendimento de Augusto (2004, p.436), o perfil epidemiológico brasileiro atual, “destaca problemas de saúde relacionados com a urbanização e a industrialização, os quais ganham importância, tendo em vista que impõem às populações novos padrões de consumo, condições sociais, econômicas e culturais; tratando-se de contextos complexos que, por sua diversidade, iniquidade e estratégias de vida, afetam profundamente a saúde humana”.

2.4.1 Urbanização no Brasil

A expansão do processo da industrialização não trouxe como consequência cidades vistosas ou elegantes ao contrário, as cidades, em sua maioria, se encontram decompostas,

sem planejamento e não raras vezes maltratadas. A esse respeito, Mendonça (1994), coloca que a urbanização ocorreu de forma desordenada, resultante do processo de êxodo rural que deu origem a várias novas cidades e ao crescimento das já existentes. Destituídas de planejamento urbano adequado, elas vêm apresentando ambientes onde a degradação física e social foram e se mantêm flagrantemente.

Nessa linha de pensamento, Milton Santos (1998b, p.70), ao refletir sobre as metrópoles, observa: “Nascer cidade e tornar-se lentamente metrópole e, em seguida, necrópole, seria o destino final da evolução das grandes cidades européias e norte-americanas. Pode-se dizer que no Terceiro Mundo as cidades destinadas a ser grandes crescem rapidamente; e rapidamente se transformam em necrópoles, se já não nascem assim”. Ao manifestar-se dessa forma, o autor certamente pensava em elementos como as favelas, os problemas sociais, a violência, a poluição do ar e da água, a degradação do meio ambiente, entre muitos outros que podem ser facilmente encontrados em São Paulo, no Rio de Janeiro e até em cidades como Curitiba, para citar apenas o Brasil.

As cidades, entendidas como produto da relação social, podem se tornar criadoras de pobreza, tanto pelo seu modelo socioeconômico como pela sua estrutura física (SANTOS, 1996). À medida que aumentou a participação do setor industrial na economia nacional, o número de habitantes das cidades passou a crescer mais que o do campo. Porém, nem sempre foi assim, pois esse fenômeno ocorreu mais intensamente a partir da década de 70, quando a população urbana ultrapassou a população rural.

Essa tendência de a população concentrar-se nas cidades revelou uma preocupação com as reais condições de habitabilidade urbana. O adensamento populacional em áreas que apresentavam inexistência de infraestrutura adequada de saneamento acabou por incorporar novos determinantes e condicionantes ao processo saúde-doença.

Santos (1998b), afirma que todas as cidades brasileiras exibem problemáticas parecidas com relação ao emprego, habitação, transporte, lazer, água, esgoto, educação e saúde. A disputa pelo espaço urbanizado ou território parcelado e dotado de equipamentos e serviços coletivos resulta de uma subdivisão do território da cidade em compartimentos destinados a diferentes estratos sociais – estratificação social do espaço legal, dos quais as melhores parcelas são ocupadas pelos mais ricos e na maioria das cidades brasileiras, as piores parcelas são ocupadas pelos mais pobres.

Assim, nem sempre viver na cidade é sinônimo de melhores condições de vida em muitos casos isso implica submeter-se a uma série de condições que não correspondem aos padrões de dignidade, salubridade e suprimento de necessidades básicas almejadas, e que também não são distribuídas uniformemente no espaço e entre as pessoas que nela habitam (BUSCH; HORA; LIMA, 2006; LIMA, 2007). Porém, mais do que habitar uma área urbanizada, viver na cidade é participar da sociedade urbana e seus sistemas de objetos (água tratada, eletricidade, automóvel, serviços específicos e outros) e sistema de valores (lazer, moda, hábitos, preocupação com segurança, etc.), exercitando um modo de vida que hoje já se espalha para além dos limites físicos da cidade (LIMA, 2007).

Até a década de 30, a distribuição da população sobre o território brasileiro refletia as características dos diversos ciclos econômicos. O Brasil era uma sociedade rural, constituída por concentrações populacionais mais ou menos isoladas, desconectadas entre si. As cidades eram pequenas, quase todas localizadas no litoral e, em 1940, continham apenas 32% da população total.

O Brasil foi atingido em 1930 pela crise econômica mundial, justamente durante um período de dinamismo demográfico e econômico, no auge do ciclo do café paulista. Como resultado dessa crise do setor instalou-se uma dispersão de contingentes populacionais significativos: uma parcela da população desmobilizada pela cafeicultura dirigiu-se para as fronteiras internas, ocupando progressivamente diversas áreas do interior, enquanto outra parte iniciou uma migração em direção às cidades. Esse movimento de êxodo rural ocorre, com maior ou menor intensidade, ao longo de todo o processo de urbanização, acompanhando a evolução da economia agrícola. Registra-se, ademais, o êxodo dos nordestinos provocado pela seca, cuja persistência cíclica ofereceu uma trágica contribuição para a urbanização brasileira (FERREIRA, 2006).

O dinamismo econômico resultante e os investimentos públicos – destinados a atender às reivindicações pela melhoria das condições de infraestrutura urbana e social – contribuíram para aumentar o poder de atração das cidades, estimulando os movimentos migratórios, particularmente para as áreas urbanas do Centro-Sul. Esses movimentos foram reforçados pelo crescimento demográfico, pelas disparidades intersetoriais e inter-regionais crescentes e facilitados pela abertura de estradas e pelo desenvolvimento dos meios de comunicação.

Assim, em torno das principais capitais brasileiras, o crescimento consolidado na década de 1950 criou um processo de conurbação¹³ em razão da intensificação dos fluxos migratórios campo/cidade, acompanhando o processo de modernização agrícola ocorrido no país e o próprio dinamismo das atividades econômicas (BAENINGER, 2003).

A combinação do crescimento demográfico intenso com a modernização dos setores produtivos, a partir de 1965, acelerou o movimento migratório, facilitado pelos fortes investimentos na melhoria da infraestrutura, especialmente dos sistemas de transportes e comunicação. É nessa época, segundo os dados do IBGE, que a maioria da população brasileira deixa de ser rural e passa a ser urbana.

Ao longo desse processo de urbanização, reduziu-se significativamente a importância da população rural. Em 1940, as áreas rurais guardavam 68,2% dos domicílios particulares permanentes. Em 1980, essa participação havia declinado para 29,5% e, em 1991, era de 21,8%. No mesmo período, o conjunto de localidades com mais de 500.000 habitantes aumentou a sua participação na população total, passando de 7,51% para 26,39%.

Essa distribuição do espaço atuou como um mecanismo de exclusão proporcionado pelo padrão de segregação do centro e da periferia, em que o primeiro é dotado da maioria dos serviços urbanos públicos e privados onde estão localizadas as classes de mais alta renda, e o segundo, mais distante e subequipado, é ocupado predominantemente pelos excluídos (VILLAÇA, 2001).

Nesse contexto, Deschamps (2004) coloca que os segregados constituem os perifêrizados socioespaciais e se tornam visíveis nas metrópoles e aglomerações urbanas sob forma de favelas, cortiços e habitações de menor padrão construtivo.

Como pode ser observado na Tabela 1, ao longo do tempo o nível de urbanização do Brasil foi atingindo patamares cada vez mais elevados. Em 60 anos, considerando a data de 1940, a população urbana passa de 31,23% para 81,25%. No entanto, houve uma redução significativa no ritmo de crescimento urbano durante a década de 80, com a população urbana crescendo à taxa de 2,97% ao ano, o que representa uma sensível redução em relação à taxa anual apresentada na década anterior, que era de 4,48%. Na origem desse declínio encontra-

¹³ Termo criado pelo escocês Patrick Geddes significa o resultado de “encontro” de dois ou mais tecidos urbanos em expansão, caracterizado por um crescimento que expande a cidade, prolongando-a para fora de seu perímetro absorvendo aglomerados rurais e outras. Estas, até então com vida política e administrativa autônoma, acabam comportando-se como parte integrante da metrópole. Com a expansão e a integração, desaparecem os limites físicos entre os diferentes núcleos urbanos. Ocorre então uma dicotomia entre o espaço edificado e a estrutura político-administrativa. (MONTE-MÓR, 2006).

se, evidentemente, mas não exclusivamente, a influência da queda da fecundidade total, que passou de 4,0 em 1980 para 2,6 em 1991 (DESCHAMPS, 2004).

TABELA 1 – POPULAÇÃO RURAL, URBANA E TOTAL DO BRASIL, NO PERÍODO DE 1940 - 2000

Ano	População rural		População urbana		População total
	nº de habitantes	%	nº de habitantes	%	
1940	28.356.133	68,77	12.280.182	31,23	41.236.315
1950	33.161.506	63,80	18.782.891	36,20	51.944.397
1960	38.767.423	55,30	31.303.034	44,7	70.070.457
1970	41.054.053	44,10	52.084.984	55,90	93.139.037
1980	38.566.297	32,30	80.936.409	67,70	119.502.706
1991	36.041.633	24,50	110.675.826	75,50	146.917.459
1996	33.997.406	21,60	123.082.167	78,40	157.079.573
2000	31.845.211	18,75	137.953.959	81,25	169.799.170

Fonte: IBGE, Anuário Estatístico 1991 e 2000/ Contagem da População de 1996, apud Ferreira (2006).

Scarlato (1995) apud Ferreira (2006) expõe que a ampliação das relações capitalistas no campo, desestruturando as antigas relações tradicionais de trabalho – a parceria, o arrendamento, etc. – a mecanização da agricultura, a substituição da lavoura por pastagens e a grande especulação imobiliária foram causas que estimularam a fuga da população do campo para as cidades. Segundo esse autor, dentre os atrativos das cidades, ocorreu a veiculação, pela mídia, de uma população que cada vez mais perdia suas raízes com a terra. Isso também contribuiu para o êxodo rural, pois ao mesmo tempo em que o campo expulsava, a cidade atraía, fazendo, de certo modo, o trabalhador rural concentrar-se nos grandes centros urbanos, que ao longo dos anos não apresentaram o aporte adequado de infraestrutura. Uma parcela significativa dessa população urbana dirigiu-se para as regiões metropolitanas (Tabela 2).

TABELA 2 – POPULAÇÃO E TAXA DE CRESCIMENTO DAS REGIÕES METROPOLITANAS DO BRASIL, 1991, 1996 E 2000

Regiões metropolitanas	POPULAÇÃO			Taxa de cresc. 1991/96%	Taxa de cresc. 1991/00`%
	1991	1996	2000		
Belém	1.332.840	1.485.569	1.795.536	2,23	2,82
Fortaleza	2.307.017	2.582.820	2.984.689	2,32	2,43
Recife	2.919.979	3.087.967	3.337.565	1,14	1,49
Salvador	2.496.521	2.709.084	3.021.572	1,68	2,15
Belo Horizonte	3.436.060	3.803.249	4.819.288	2,09	2,37
Vitória	1.064.919	1.182.354	1.425.587	2,15	2,67
Rio de Janeiro	9.814.574	10.192.097	10.894.156	0,77	1,15
São Paulo	15.444.941	16.583.234	17.878.703	1,46	1,63
Curitiba	2.057.578	2.425.361	2.726.556	3,40	3,17
Porta Alegre	3.027.941	3.246.869	3.658.376	1,43	1,69
Total	43.902.370	47.298.604	52.542.028	1,53	1,77

Fonte: IBGE, Anuário Estatístico 1991 e 2000/ Contagem da População de 1996, apud Ferreira (2006).

A população dessas regiões correspondia, em 1996, a 30,11% da população total do país, enquanto que, em 1991, essa participação era da ordem de 29,90%. O ritmo de crescimento populacional dessas regiões no período de 1991 a 1996 foi de 1,53% ao ano, pouco superior ao crescimento médio do país (1,38%). No entanto, nesse período, as taxas de crescimento de todas as regiões metropolitanas acompanharam a tendência geral do Brasil e das Unidades da Federação, sendo comparativamente menores que as do período de 1980 a 1991, excetuando-se a RMC, que nesse período alcançou uma taxa de 3,40%, enquanto a do Rio de Janeiro teve a menor taxa (0,77%) (FERREIRA, 2006).

A trajetória da urbanização, influenciada pelo modelo de desenvolvimento adotado e pela falta de uma política agrária adequada, foi marcada, em seus diferentes estágios, pelo aumento da pobreza, da desigualdade social e das disparidades regionais. Em consequência disso, o quadro urbano brasileiro apresenta características de urbanização periférica, típicas dos países menos desenvolvidos: crescimento desordenado da periferia urbana, proliferação dos assentamentos informais, ocupação clandestina e predatória do solo urbano, condições precárias de moradia e padrões de urbanização inadequados. Esses fenômenos urbanos ocorrem hoje não somente nas grandes cidades e metrópoles, mas em toda a rede urbana brasileira (BRASIL, 1996).

Hoje o mundo é urbano, cerca da metade de seus habitantes está vivendo exclusivamente em cidades, promovendo cenários de lutas de interesses urbanos acontecendo de forma dinâmica em diversas escalas. Projeta-se que, em 2030, dois terços da população mundial viverão em grandes centros urbanos. A população brasileira, na década de 90, apresentou a menor taxa de crescimento dos últimos 40 anos (2,3%), associada à crescente urbanização: em 1991, 75,6% da população moravam em zonas urbanas, em comparação com 81,2% em 2000 (PROETTI; CAIAFFA, 2005).

Ao final da década de 1960, a definição das regiões metropolitanas “estava na pauta de estudos no âmbito do governo federal”. O objetivo era o de criar unidades espaciais que pudessem ser entendidas na especificidade de suas funções urbanas e monitoradas com atenção especial devido à sua crescente importância populacional, socioeconômica e política.

Houve significativa concentração do crescimento populacional nas regiões metropolitanas na segunda metade do século XX, acompanhando a tendência de concentração dos setores produtivos e, certamente, concentrando em um território restrito toda a gama de problemas ambientais e sociais decorrentes da ocupação acelerada e desordenada. É necessário lembrar que somente na década de setenta ocorreu a institucionalização das regiões metropolitanas e uma instância de planejamento e coordenação de ações que contemplavam os interesses comuns às diversas cidades que integram cada região, especialmente em relação a questões que afetavam mais de uma delas. Essas nove metrópoles *tinham como sede as capitais de seus respectivos estados, prevalecendo interesses políticos em detrimento, em alguns casos, de uma problemática qualitativamente metropolitana* (ROCHA, 2000; FIRKOSKI; MOURA, 2001, p.27-46).

Porém, no mesmo período o país viu crescer também a concentração de população em cidades não metropolitanas, fenômeno que vem ocorrendo em quase todos os estados brasileiros, o que configura uma tendência à proliferação de cidades de médio e grande porte. Essa característica de mudança no processo de urbanização foi constatada pelos censos do IBGE, a partir dos anos 90. O país segue em um processo acelerado de urbanização, mas as metrópoles não detêm mais as maiores taxas de crescimento urbano; embora suas periferias, de maneira geral, ainda cresçam a taxas significativas, em contraposição ao esvaziamento das áreas centrais. Vale lembrar que 72% dos municípios brasileiros, cujas sedes são definidas por lei como cidades, possuem menos de 20 mil habitantes e estão em processo de esvaziamento.

Apesar dessa constatação a concentração e a centralização de população em algumas metrópoles ainda são fortes (MARICATO, 2006).

Conforme observam Santos e Silveira (2001), quanto maiores e mais populosas são as cidades, mais capazes serão de abrigar maior variedade de atividades, profissões, estabelecimentos e de estabelecer uma rede de inter-relações mais eficaz do ponto de vista econômico. O crescimento populacional das grandes e médias cidades tende a prosseguir como resultado do jogo dialético entre a criação de riquezas e a criação de pobreza sobre um mesmo território, processos que, cada um a seu modo, são fontes de problemas ambientais e sociais a serem enfrentados nos nossos dias.

A mudança dos indicadores sociais que acompanham o processo de urbanização no Brasil apresenta um quadro contraditório: melhorias em alguns aspectos da qualidade de vida e, em outros, manutenção da precariedade. Desde os anos 40 podemos comemorar a queda contínua da mortalidade infantil, que passou de 150 mortes por mil nascidos vivos para 29,6 por mil em 2000; o aumento da expectativa de vida (média de 40,7 anos em 1940 e de 70,5 em 2000); e a queda da fertilidade (6,16 filhos para 2,38 por mulher em idade fértil em 2000). O nível de escolaridade também evoluiu positivamente ao longo desse mesmo período (55,9% de analfabetos em 1940 e 13,6% em 2000). Foi significativa a ampliação do saneamento e da coleta de lixo domiciliar. Esses indicadores mostram variações significativas e, sem dúvida, benéficas no que diz respeito à qualidade de vida. Mas apesar da melhora, alguns indicadores ainda deixam muito a desejar, como é o caso do saneamento ambiental: 45 milhões de pessoas ainda vivem sem água potável, 83 milhões não têm esgoto e 14 milhões não têm o lixo coletado sequer semanalmente. No final do século passado e início do atual a imagem das grandes cidades está marcada por favelas, poluição do ar e das águas, enchentes, desmoronamentos, crianças abandonadas, violência, epidemias. Verifica-se também o uso, à luz do dia, em pleno centro urbano esvaziado das grandes metrópoles, de substâncias químicas que causam dependência física e psicológica (MARICATO, 2006; MARICATO; TANAKA, 2007).

A pobreza urbana é maior do que a média da pobreza brasileira e está concentrada nas regiões metropolitanas. Dos pobres brasileiros, 33% estão nas “ricas” metrópoles do sudeste. Concentram-se também nas regiões metropolitanas 80% da população moradora das favelas. Em nove metrópoles brasileiras moram cerca de 55 milhões de pessoas; é mais que a população de vários países latino-americanos ou europeus juntos. No entanto, o país não tem

política institucional para as regiões metropolitanas, como se os índices de violência, poluição e miséria que elas apresentam pudessem ser resolvidos com políticas compensatórias pontuais. A ausência de *políticas para as metrópoles é uma ofensa à inteligência brasileira*. Se os municípios que as compõem se entenderem para compatibilizar as iniciativas relativas à macrodrenagem e à coleta e destino do lixo urbano, por exemplo, melhor para eles; se não houver esse atendimento, azar para a maior parte da população (MARICATO, 2002).

2.4.2 Saneamento no Brasil

Segundo a definição da Organização Mundial da Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o seu bem-estar físico, mental e social. Heller, Costa e Barros (1995) e Roquayrol (1994) o definem como um conjunto de ações sobre o meio ambiente físico (de controle ambiental), cujo objetivo é proteger a saúde do homem. Apesar de reconhecida a função do saneamento como protetor e promotor da saúde humana, no Brasil os serviços de saneamento ambiental - entendidos como ações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, drenagem pluvial, e controle de vetores - permanecem deficientes em muitos locais e inexistentes em outros (periferias, principalmente), gerando ambientes insalubres e impactos negativos na saúde das populações, principalmente das crianças, que são mais susceptíveis a esses ambientes (MORAES, 2003).

O crescimento urbano implicou o incremento da demanda por água potável, energia, alimentos e, ao mesmo tempo, a produção crescente de resíduos sólidos, efluentes líquidos e gasosos. A partir de determinada escala, esse processo atingiu intensidade e velocidade que superaram a capacidade e o tempo de recuperação e renovação dos recursos naturais, quando não levaram ao esgotamento de recursos não renováveis ou à extinção de espécies da flora e da fauna (SCHENINI; CAMPOS; NASCIMENTO, 2002).

De acordo com Wilhelm (1961), os efeitos da urbanização sobre o meio ambiente natural estão relacionados aos aspectos negativos do processo de urbanização, como o desmatamento, a erosão, a poluição do solo, a contaminação das águas, a poluição atmosférica e sonora e, finalmente, a destruição dos valores da natureza, considerada como um bem cultural. Essa degradação do ambiente, e que diz respeito à destruição e à ruptura do equilíbrio de ecossistemas naturais, tem como precursores muitos processos, desde a pressão populacional e ação antrópica até um sistema econômico e político centrado na exclusão da

população de certos espaços e serviços públicos. E embora afete toda a sociedade, é geralmente nos países em desenvolvimento que as populações social e economicamente marginalizadas são condenadas a viver em áreas insalubres, acentuando a segregação socioespacial onde os mais pobres tendem a ocupar áreas de maior fragilidade ambiental, sinergizando os problemas relacionados às más condições do meio e da pobreza.

Via de regra, essas regiões apresentam variados níveis de precariedade sendo geralmente irregulares em relação à propriedade da terra e à legislação urbanística, constituídas por áreas impróprias para a habitação, como fundos de vale, margens de rios, mangues, áreas alagadiças, beiras de avenidas e situações como áreas de proteção ambiental e de proteção de mananciais oferecendo riscos à saúde e à segurança dos seus ocupantes além de prejuízos ao ambiente comum aos cidadãos (IPPUC, 2003).

As consequências do avanço do modelo de urbanização são muitas, já que o crescimento acelerado leva a uma pressão que as cidades não estão preparadas para enfrentar, potencializando problemas de infraestrutura já precários, conduzindo a uma série de problemas socioambientais, contribuindo para a perda da qualidade de vida da população urbana. De acordo com Scarlato (1995), todo esse crescimento da população urbana mal distribuída espacialmente acaba acarretando problemas como o crescimento da demanda de empregos, transporte, habitação, saneamento, atendimento de serviços de educação e saúde.

Entre todos os problemas que podem afetar o meio ambiente, destacam-se a insuficiência de investimentos em saneamento; a intensa poluição dos recursos hídricos, em particular de mananciais de abastecimento de água; a deficiência no sistema de drenagem, que contribui para a ocorrência de enchentes; a ocupação das várzeas; as precárias condições para a destinação do lixo; a diminuição de áreas verdes; a poluição do ar. Todas essas situações existem pela ausência de planejamento e pela descontinuidade de atuação, quando o processo de priorização das atividades locais de interesse público é fragmentado, gerando distanciamento entre governo e cidadãos (HELLER; COSTA; BARROS, 1995).

Dentre os problemas citados, agravados por essa pressão, ressalta-se aqui o saneamento, que por definição é utilizado como um instrumento de promoção da saúde e melhoria da qualidade de vida da população, uma prática de prevenção primária à saúde, realizada para o controle preventivo de doenças e para propiciar conforto e bem-estar, sendo, portanto, um dos condicionantes do desenvolvimento humano.

Contudo, em virtude de a grande maioria das políticas públicas das cidades utilizar o saneamento básico considerando apenas o acesso ao serviço, e não ter uma visão mais ampla de saneamento ambiental como promotor da qualidade do ambiente, os investimentos no setor não apresentam o desejado impacto nas condições relacionadas à saúde, podendo ainda ser considerados como um causadores de impactos ambientais, uma vez que serviços incompletos colocam em risco a qualidade do ambiente e, particularmente, dos recursos hídricos. O exemplo mais típico é o lançamento da rede de esgoto doméstico em canalizações de águas pluviais cujo destino final está nos córregos e rios.

Em decorrência do porte inadequado, da inoperância dos serviços, da falta de políticas públicas que privilegiem novos investimentos no abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, destinação de águas pluviais e destinação e tratamento do lixo, as carências em alguns aspectos de saneamento trazem, de acordo com Camargo (2000), impactos graves na saúde da população, especialmente as que apresentam maior nível de pobreza pelo comprometimento da qualidade do ambiente.

No Brasil, o funcionamento das políticas de saúde e saneamento estabeleceu estreita ligação com os movimentos políticos, sociais e econômicos dentro de cada fase histórica correspondente, ligação essa associada a mudanças aceleradas no seu sistema urbano, nitidamente provocadas por transformações da estrutura produtiva de bens e serviços e induzidas principalmente pelo processo da industrialização.

Assim como ocorreu na Europa, ainda no final do século XIX, algumas cidades brasileiras começaram a ressentir-se do esgotamento da sua estrutura urbana formada no período colonial, diante do crescimento populacional e econômico decorrente, em parte, do sucesso da economia cafeeira. As cidades de Santos e Rio de Janeiro foram, nessa época, acometidas por epidemias de febre amarela, febre tifóide, cólera e peste bubônica, que também ocorriam em outras cidades importantes de tempos em tempos, comprometendo inclusive o funcionamento da economia (ANDRADE; SITE; BRITO 1992).

Mediante esse quadro extremamente preocupante, surgiu a necessidade de modernizar as grandes cidades portuárias, do ponto de vista sanitário e da circulação viária, para afastar os riscos de epidemias e viabilizar um projeto mais amplo de modernização do país acalentado pelo estado brasileiro durante a República Velha. Nessa tarefa, destacou-se o engenheiro sanitário Saturnino de Brito, especialmente por aliar soluções a uma preocupação com a estética urbana. É dele o crédito pela introdução no urbanismo brasileiro do princípio de que o

traçado deve acompanhar o relevo do terreno, adequando-se as ruas às linhas de drenagem das águas pluviais, considerando-se também a possibilidade do aproveitamento do terreno na obtenção de efeitos artísticos (LIMA, 2007).

Segundo Brito, que à sua época era o profissional mais requisitado para o planejamento de cidades – “ para evitar ou corrigir a insalubridade das aglomerações urbanas, deveria atender às relações recíprocas entre os meios físico e social de cada localidade, para promover o projeto e a execução normal dos trabalhos sanitários necessários e para manter seu funcionamento de um modo seguro, alheio às influências perturbadora dos favores e dos temores da política”(ANDRADE; SITE; BRITO, 1992).

Na atuação de Brito e de outros engenheiros sanitaristas notáveis era central a preocupação com a saúde pública que se refletia no predomínio da finalidade sanitária sobre outras funções do espaço público. O trabalho de Saturnino de Brito destacava-se pela originalidade de soluções que aproveitavam os fenômenos naturais, qualidade bastante evidenciada no sistema de canais de drenagem construídos em Santos e mesmo no dispositivo para tratamento individual do esgoto doméstico que desenvolveu a fossa séptica (LIMA, 2007).

Saturnino foi um grande defensor das tecnologias apropriadas e um observador da dinâmica das cidades brasileiras, com todas as suas variáveis físicas, culturais, sociais e econômicas, sendo o responsável pelas técnicas voltadas à realidade nacional. Teve um papel importante na adoção do sistema separador absoluto de esgotamento sanitário em substituição ao sistema unitário inglês e utilização do tratamento físico-químico das águas de abastecimento (FJP, 1997).

Nas décadas seguintes, os serviços de saneamento foram sendo ampliados dentro do território brasileiro, porém marcados por profundas desigualdades regionais: onde as regiões sudeste, sul e centro-oeste foram as mais beneficiadas devido a interesses econômicos. A aplicação desigual dos recursos também ocorreu em relação ao tipo de serviço de saneamento, sendo que a maior parte dos investimentos foi aplicada nos sistemas de abastecimento de água, enquanto que o esgotamento sanitário foi timidamente tratado. Se em 1970 apenas 6,5% da população brasileira era atendida pelo serviço, o que correspondia a 6.054.037, o Brasil chega à década de 80 com apenas 36% da população ainda contando com serviço de esgotamento sanitário (IBGE 1985; SETTI, 1994 apud FERREIRA, 2006).

Os dados do censo de 1989, 1991 e 2000 foram comparados por Ferreira (2006), que coloca que é possível perceber que o país não apresentou muitos avanços em termos de oferecimento de sistemas públicos de esgotamento sanitário. De acordo com o IBGE (2000), o país apresenta 44.776.740 domicílios, sendo que 83,45% deles são urbanos e 16,54% estão localizados em área rural. Do total de 27.861.450, portanto, 62,20% dos domicílios eram classificados como adequados, 72,35% apresentavam canalização ligados a um sistema de coleta ou fossa séptica. Dos 16.994.951 domicílios inadequados, 27,95% apresentavam sistema de coleta de esgoto, seja por rede ou fossa séptica, representando 55,63% dos domicílios com serviços de esgotamento sanitário.

Com relação à cobertura de rede de esgotos, o censo demográfico de 2000 (IBGE, 2000) mostrou ainda um quadro extremamente precário, como os analisados em 1991 e 1989, uma vez que apenas 40% do total da população são servidos por essa rede. As variações entre regiões dão uma dimensão das desigualdades que ainda persistem no país. Enquanto na região Norte apenas 2,8% dos domicílios estão ligados à rede geral, no Nordeste esse número representa 17,7%, já na região Sudeste, que é a melhor servida, o total de domicílios servidos representa 63,6%; na região Sul, representa apenas 26,1%, e na Centro-Oeste, 33,1%. Dentro desse enquadramento geral, o Estado do Paraná apresentou em 2000 cerca de 30% da população atendida, ficando ainda em primeiro lugar dentro da região Sul (FERREIRA, 2006).

A situação do esgoto coletado e não tratado, segundo dados do IBGE (2000 in 2005), é muito séria, e se apresenta agravada ainda mais em municípios pequenos, pois os dados mostram que em cidades com até 5.000 habitantes, a proporção de esgoto tratado gira apenas em torno de 10,16%. Esse índice sobe para 16,18% para populações de até 10 mil habitantes. Em cidades de mais de um milhão de habitantes, aproximadamente 52,37% do esgoto coletado não recebe nenhum tipo de tratamento.

No contexto brasileiro, de forma geral, o setor de saneamento está atrasado, não tendo incorporado os princípios da integralidade, equidade, que outros setores absorveram. Há pouca integração e o setor ainda privilegia o abastecimento de água em detrimento do esgotamento, da drenagem urbana, da limpeza pública e do controle de vetores, havendo ainda grande centralização política no setor. O poder municipal é titular dos serviços, mas a integração entre as outras esferas de governo tem sido muito difícil.

2.4.3 Urbanização e saneamento em Curitiba

A cidade de Curitiba, desde o início dos anos 70, vem sendo apontada como exemplo de sucesso do planejamento urbano e como modelo de qualidade de vida e comportamentos de primeiro mundo. Alguns atribuem esse propalado sucesso a uma herança cultural deixada pelos imigrantes europeus que nela se instalaram a partir da metade do século XIX, quando a cidade já tinha mais de 150 anos. Provavelmente essas mesmas pessoas creditarão os problemas urbanos que se acumulam à margem da experiência bem sucedida aos migrantes do interior do Paraná e de outros estados que procuraram a cidade nas últimas décadas (LIMA, 2007).

Até o final do século XIX, Curitiba seguia a regra geral das cidades brasileiras e se desenvolvia em torno de um núcleo central antigo, onde residiam as famílias tradicionais e se encontrava a elite econômica e política. Com o tempo, a expansão urbana passou a seguir ao longo das estradas que conduziam às cidades vizinhas e às recém-implantadas colônias de imigrantes europeus, até que em 1855 Pierre Taulois apresentou um plano de regularização do traçado das vias urbanas. Quarenta anos mais tarde, em 1895, foi elaborado o primeiro Código de Posturas estabelecendo normas e o padrão urbano para o projeto de ordenamento e crescimento desejado e que pretendia imprimir a Curitiba os ideais progressistas de outras cidades grandes, baseados nos princípios de democracia, cultura, virtude, etc.

Em 1920 o Código de Postura foi revisto e passou a controlar mais rigidamente as edificações e o trânsito, introduzindo autuações e multas para os infratores, em um momento em que a população local era de 78.986 habitantes. Porém, o primeiro plano urbanístico somente foi elaborado na década de 40, quando a população havia praticamente dobrado e a estrutura urbana dava sinais de deterioração, segundo Menezes (1996).

O denominado Plano Agache (Figura 13), trabalho elaborado pelo urbanista francês Alfred Agache, atacava prioritariamente o saneamento, o descongestionamento do tráfego na área central e a distribuição de funções em centros específicos. Mesmo não tendo sido implantado integralmente, algumas das propostas implantadas do Plano Agache tiveram resultados importantes para o ordenamento da cidade, a exemplo do Centro Cívico, do Centro Militar do Bacacheri, do Centro Politécnico, do Mercado Municipal, da canalização do rio Ivo e das avenidas Sete de Setembro, Visconde de Guarapuava e Marechal Floriano (MENEZES, 1996).

FIGURA 13 - PLANO AGACHE, ESQUEMA E PLANTA. ZONEAMENTO DO PLANO PRELIMINAR DE URBANISMO



Fonte: www.vitruvius.com.br

O marco fundamental do planejamento urbano em Curitiba foi o Plano Preliminar de Urbanismo (Figura 13), elaborado na gestão do prefeito Ivo Arzua Pereira sob o incentivo da primeira geração de alunos e professores do recém-criado Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPR e patrocínio do governo do Estado. Através de uma concorrência pública o plano foi encomendado a uma empresa de São Paulo que, sob a coordenação do arquiteto Jorge Willheim e com a participação intensa de uma equipe local, apresentou o trabalho em 1965 (MENEZES, 1996)

Curitiba, apesar de beneficiar-se muito das qualidades de seu planejamento urbano, padece dos mesmos males das grandes cidades brasileiras no que se refere à ineficiência das respostas ao crescimento muito acelerado da população e às demandas por moradia e serviços públicos da população de baixa renda.

Conforme observa Pereira (2001), a região sul/oeste da cidade concentra os menores indicadores de renda, a pior condição social e as maiores taxas de crescimento populacional, exatamente o oposto do que ocorre na região norte/leste. Não por coincidência, os bairros da região sul e sudoeste da capital configuram-se como um segmento do espaço urbano resultante de um processo de ocupação quase emergencial, deflagrado pelo movimento popular e encampado pelo poder público em meados da década de 80, e que culminou com a primeira ocupação organizada de uma área particular como Sítio Cercado, em outubro de 1988. Nesse episódio de repercussão nacional, segundo relata Tonella (1997), o poder público viu-se instado a assumir a aquisição da área e a financiar os lotes aos ocupantes. As pessoas que integravam esse movimento eram, em sua maioria, migrantes oriundos das regiões agrícolas do interior do Paraná, impelidos pelas modificações tecnológicas da agricultura que se verificaram a partir dos anos 70. Constituíram uma população que não era “aguardada” em Curitiba e para a qual não havia política habitacional adequada.

A partir desse movimento popular por moradia teve início um processo intensivo de urbanização daquela região - até então considerada imprópria pelo planejamento municipal, inclusive pelo já citado Plano Preliminar de Urbanismo, induzindo a administração pública a privilegiar a implantação de empreendimentos de lotes urbanizados e parcerias com empresas privadas como formas de atender a um maior número de famílias a custos mais baixos. Esse modelo gerou um tipo de paisagem urbana e uma paisagem humana peculiar e diferenciada do restante da cidade exatamente por ser semelhante à periferia das grandes cidades brasileiras.

Com relação ao saneamento, se tomarmos, como exemplo, indicadores sociais trazidos pelo Censo de 2000 (IBGE, 2000), perceberemos, também, que há muito a se fazer em nosso Estado, uma vez que 11,4% de seus domicílios urbanos carecem de água tratada; 62,3%, de esgotamento sanitário interligado na rede coletora de esgotos; 5% não possuem canalização interna, fazendo uso de alternativas lesivas ao ambiente e à saúde; e 2,1% sequer contam com banheiro em sua habitação (IPARDES, 2002).

A capital do Estado não foge a essa regra. A precariedade do esgotamento sanitário é a questão mais grave do quadro ambiental da RMC, e isso não se restringe apenas às áreas de ocupação da população de baixa renda (PEREIRA, 2001), embora nessas, as consequências atinjam proporções mais alarmantes, pois interagem com outros fatores de degradação tanto ambientais quanto de saúde.

Embora os investimentos nesse serviço tenham aumentando significativamente nos últimos anos, elevando para cerca de 50% dos domicílios em Curitiba e 41% dos demais municípios da Região Metropolitana com rede coletora de esgotos (ANDREOLLI et al., 1999, p.19-29), quando se consideram domicílios atendidos por rede coletora e tratamento de esgotos, o percentual cai em torno de 16%. A conclusão é que a condição em relação ao saneamento ainda é crítica, apesar de praticamente 100% dos domicílios da RMC contarem com abastecimento de água potável. Os bairros situados ao norte, sul e oeste da cidade são os que apresentam maior precariedade de saneamento básico.

A Figura 14 apresenta as cinco principais estações de tratamento de esgoto (ETE) que operam na Cidade de Curitiba.

A questão da contaminação dos mananciais de abastecimento público está estreitamente vinculada à realidade econômica e social e depende da capacidade de o Estado dar atendimento às demandas públicas, sendo que no caso da RMC, essa tarefa envolve articulações de caráter metropolitano, uma vez que tanto os mananciais como os destinatários da água tratada se encontram em áreas circunscritas pelos limites políticos de vários municípios (LIMA, 2001). O rio Passaúna, situado no limite oeste do município de Curitiba, cuja bacia abrange também áreas dos municípios de Araucária, Campo Largo e Almirante Tamandaré, é um dos poucos, se não o único rio ainda utilizado para abastecimento de água com relativa qualidade de suas águas, pois os demais rios que percorrem a cidade estão totalmente comprometidos com a poluição.

FIGURA 14 - PRINCIPAIS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO



Fonte: SANEPAR, 2005, adaptado por Busch.

Porém o processo de estruturação dos aglomerados urbanos localizados nas áreas limítrofes do Passaúna coloca esse rio em risco de degradação, uma vez que nas regiões sul e oeste de Curitiba encontram-se as piores condições sociais, associadas às maiores taxas de crescimento populacional e à concentração de ocupações irregulares. Ou seja, mantendo-se o padrão de estruturação urbana existente, no qual se associa ocupação do território, disponibilidade de serviços e condições sociais, um dos últimos rios vivos da cidade tem um fim anunciado (PEREIRA, 2001; CENCI et al., 2006).

Ao considerar a habitação como a primeira das necessidades e expectativas que o novo habitante não encontra à sua espera na cidade, verifica-se que na ausência de políticas públicas adequadas, as soluções encontradas por uma grande parcela da população geram problemas que comprometem a qualidade do ambiente urbano. A falta de moradias, por exemplo, pode levar pessoas a se acomodarem precariamente em áreas de risco ou de

fragilidade ambiental, causando algum tipo de dano ao ambiente e submetendo aquelas pessoas a riscos físicos e sanitários. Essa situação se repetiu na região metropolitana de Curitiba, onde a falta de opções de acesso à moradia ensejou a ocupação irregular de vastas áreas situadas nos mananciais de abastecimento d'água da capital e municípios vizinhos, em densidade tal que levou à contaminação das sub-bacias que alimentam as captações e estações de tratamento, principalmente sobre o território dos municípios de Colombo, Piraquara, Pinhais e São José dos Pinhais (LIMA, 2007).

“A racionalidade ambiental emerge como uma crise de civilização: da cultura ocidental; da racionalidade da modernidade; da economia do mundo globalizado”. Não é uma catástrofe ecológica nem um simples desequilíbrio da economia. É a própria desarticulação do mundo ao qual conduz a coisificação do ser e a superexploração da natureza; é a perda do sentido da existência que gera o pensamento racional em sua negação da alteridade.
LEFF



CAPÍTULO 3

RISCO E VULNERABILIDADE

3.1 RISCO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAIS

A partir do novo contexto da industrialização, da metrópole moderna e contemporânea, inúmeros pensadores têm refletido sobre o novo tipo de sociedade que se formou a partir desses desdobramentos da trajetória histórica da humanidade. Há muito as ideias de evolução e de progresso deram lugar à certeza de que o homem, ainda extrator, competitivo, tecnocrata, consumista segue um rumo exatamente contrário: o da destruição do planeta e, conseqüentemente, da autodestruição.

Assim, a sociedade contemporânea é vista por autores como Beck, Giddens, Jacobi, Porto e outros, como uma sociedade caracterizada pelos riscos e vulnerabilidades a ela imanentes. Todavia, embora muito se discuta sobre riscos e vulnerabilidades, há uma diversidade de conceitos e tipologias que indicam a existência de dúvidas acerca de suas definições específicas e, principalmente, na forma de mensurá-los, evitá-los e gestioná-los. Com efeito,

... ‘riesgo’ es una categoría compleja, y su concreción resulta del interjuego de múltiples elementos, en sí altamente dinámicos y cambiantes (amenazas, amenazas complejas, vulnerabilidad etc.). La prognosis o monitoreo de nuevos riesgos debe también asumir un papel importante en sociedades urbanas en proceso de transición y cambio constante, debido al nuevo orden económico mundial y los impactos que causa en el entorno de los países en vías de desarrollo (LAVELL, 1996, p.29).

Muitos questionamentos são realizados e, tão somente com as suas respostas, parece ser possível determinar um caminho concreto a ser seguido para a busca de meios/formas/técnicas de torná-los objeto de conhecimento. Afinal, o que são riscos? Em que contexto histórico eles se enquadram? Quais são os riscos que afligem a sociedade contemporânea? Quão vulneráveis encontram-se as sociedades perante os riscos? Há uma diferença conceitual entre riscos, perigos, ameaças, vulnerabilidades, catástrofes e desastres? Como a ciência os identifica e mensura? Quais as técnicas para averiguar o grau de vulnerabilidade de uma comunidade/grupo social diante de um ou vários riscos? Como o homem/cientista lida com esses riscos? Estas perguntas são imprescindíveis para iniciar um estudo sobre os riscos e vulnerabilidades socioambientais.

3.1.1 A sociedade contemporânea sob a ótica do risco e da vulnerabilidade

Para a análise das questões acima levantadas, faz-se necessário o exame dos elementos formadores e caracterizadores da atual sociedade contemporânea sob a ótica da sociedade de risco, já mencionada por Beck. A complexidade da sociedade de risco é decorrente de inúmeros fatores, cujas linhas gerais definem suas bases temporais, históricas e sociais.

Desta feita, há que se precisar o paradigma da sociedade contemporânea. Por paradigma compreende-se o conjunto de pressupostos, princípios e ideologias determinantes para a interpretação da realidade, com o intuito de permitir a percepção da racionalidade do momento e a busca de uma adequação da vida ao real (FERNANDES; SAMPAIO, 2008).

Partindo-se do ponto de vista de que a história social desenvolve-se em uma constante alteridade de paradigmas vigentes, os quais sofrerão alterações em decorrência de crises subsequentes configuradas como um desaparecimento de contornos de conhecimentos abre-se espaço ao contraditório. Haverá uma incapacidade de se tratar eficazmente a totalidade da situação do homem e, diante da distorção da realidade, poderão advir um corte epistemológico e a busca de novas soluções à nova crise (KUHN, 1990).

Hilhorst (2004) realiza uma análise de três paradigmas recentes e sucessivos, os quais terão como objeto o estudo de desastres.

O paradigma tecnocrático-comportamental (*behavioural*) dominou esses estudos durante a década de 1950. Unia o interesse centrado nas catástrofes naturais inesperadas (*hazard-centered*) dos processos geofísicos sobre os quais ocorrem os desastres, com a convicção de que as pessoas tinham que ser ensinadas a preveni-los. É um paradigma tecnocrático, dominado por geólogos, sismólogos, meteorologistas e outros cientistas capazes de monitorar e prever essas catástrofes, enquanto os cientistas sociais deveriam explicar o comportamento de resposta ao risco e ao desastre por parte das pessoas, bem como desenvolver mecanismos de avisos com antecedência e esquemas de prevenção¹⁴.

Nos anos 80, antropólogos, sociólogos e geógrafos começaram a questionar essa abordagem tecnocrática e centrada na catástrofe natural inesperada do desastre. Kenneth Hewitt, em 1983, argumentou que desastres não são, em primeira instância, o resultado de processos geográficos. Especialmente em países em desenvolvimento, fatores estruturais, como o aumento da pobreza e processos sociais a ela relacionados, são responsáveis pela vulnerabilidade das pessoas e das sociedades ao desastre.

¹⁴ Nesse mesmo sentido, afirmando que os primeiros estudos destinavam-se à análise dos fenômenos físicos detonadores e os impactos e respostas a esses eventos, ver Lavell, 1996, p.24.

O reconhecimento da vulnerabilidade social alterou a compreensão de desastre. Enquanto antes ele era relacionado praticamente apenas a catástrofes naturais inesperadas (*natural hazards*), agora passava a ser visto como a interação entre a catástrofe inesperada e a vulnerabilidade, expressas por “Risco = catástrofe inesperada + vulnerabilidade”.

Nesse mesmo sentido, Lavell (1996) conceitua o risco utilizando-se de dois elementos essenciais: a ameaça ou o perigo antrópico, e a vulnerabilidade em relação a tais impactos, ou seja, a propensão de sofrer danos, que sempre possuirá um valor relativo, uma vez que depende do grau e da intensidade da ameaça sofrida. “*El riesgo es, en consecuencia, una condición latente o potencial, y su grado depende de la intensidad probable de la amenaza y los niveles de vulnerabilidad existentes*” (LAVELL, 1996, p.32). De forma resumida, para esse autor o risco não será o sinônimo de ameaça, mas seu grau será dado em função da magnitude da ameaça. Assim, conclui, o risco é uma condição dinâmica e dependente da ação humana.

Por sua vez, Hilhorst (2004) esclarece que na década de 1990 deu-se maior atenção às mudanças climáticas induzidas pelo homem e aos processos ambientais, os quais marcaram a emergência de um novo paradigma. Esse paradigma enfatiza a mutualidade entre catástrofe inesperada e vulnerabilidade em relação ao desastre, causadas pela complexa interação entre natureza e sociedade.

Sob essa ótica, pessoas não são apenas vulneráveis às catástrofes inesperadas, mas estas são, cada vez mais, resultado de atividades humanas. Isso é particularmente evidente nos casos de processos meteorológicos e hídricos que produzem ventos fortes e inundações. Tais *hazards*, isto é, as catástrofes naturais inesperadas tornaram-se mais frequentes e mais devastadoras graças à degradação ambiental. A consequência disso é a importante implicação de que vulnerabilidade pode ser compreendida não apenas como o modo de as pessoas estarem suscetíveis aos *hazards*, mas também como *medida do impacto da sociedade sobre o meio-ambiente*.

Esse novo paradigma fundamenta-se, explícita e implicitamente, em diferentes noções de efeitos causais, mudanças sociais e possíveis respostas à vulnerabilidade ao desastre.

3.1.2 O paradigma da “sociedade de risco” de Ulrich Beck

Foi a partir da obra do sociólogo alemão Ulrich Beck, *A sociedade de risco*, que esse conceito tornou-se difundido e aplicado pela comunidade acadêmica em geral, abrindo-se

caminho a um novo paradigma nas ciências sociais, naturais e humanas¹⁵. Tal paradigma leva em consideração, sobretudo, a ação humana como fonte dos novos riscos.

Beck anuncia as características da sociedade de risco, a qual se distancia da sociedade industrial moderna, tornando-se não mais uma sociedade simples, mas agora reflexiva. Inicialmente, retrata a concepção do término do “outro”, a supressão de zonas ou fronteiras em relação aos perigos e ameaças e afirma que o medo é o produto da modernidade. A principal questão levantada diz respeito a “como proteger” a sociedade diante desses riscos e, principalmente, como diagnosticar os riscos, uma vez que tal análise depende de instrumentos e teorias e a ciência não alcança mais a verdade absoluta¹⁶, assim como a ciência do direito é incapaz de captar os fatos.

Esse paradigma retrata uma fratura da modernidade, decorrente da passagem da modernidade industrial para a sociedade do risco. Mas “*hay que seguir viviendo después de ello*” (BECK, 1998, p.18). A questão, a saber, é esta: “como”?

Na sociedade atual, a produção social de riquezas passa a produzir riscos e a problemática está na reprodução, produção e repartição de riscos, cuja causa centra-se no desenvolvimento técnico-econômico. Beck (1998) alerta para a necessária técnica de gestão de riscos e a observação dos efeitos secundários do sistema produtivo, geradores dos riscos, os quais se caracterizam hoje por serem globais, invisíveis, imperceptíveis, decorrentes da sobreprodução industrial e gerarem danos irreversíveis.

O novo paradigma da sociedade do risco, na conclusão de Beck, consiste, portanto, em evitar ou minimizar os riscos e perigos produzidos sistematicamente no processo de modernização, limitando-os e dividindo-os de modo que não obstaculizem o processo de modernização e nem ultrapassem os limites tanto do suportável na ecologia, na medicina e na psicologia, quanto do suportável na sociedade e na vida nos aglomerados urbanos.

As potências de autoameaça civilizatória encontram-se nas seguintes argumentações: os riscos que são gerados do desenvolvimento das forças produtivas se diferenciam essencialmente das riquezas; com a divisão e o incremento dos riscos surgem situações sociais de perigo que afetam a todos, até mesmo aqueles que produzem e se beneficiam desses riscos (efeito bumerangue); a expansão dos riscos não rompe em absoluto com a lógica do

¹⁵ A referida obra está dividida em três partes. Na primeira parte o autor faz uma abordagem sobre o *vulcão* civilizatório, os contornos da sociedade do risco. Na segunda individualização da desigualdade social, ele trata da destradicionalização das formas de vida da sociedade industrial. Na terceira parte, modernização reflexiva, apresenta ideias sobre a generalização da ciência e da política.

¹⁶ Beck utiliza-se da expressão “desencantamento da ciência e da técnica”.

desenvolvimento capitalista, mas, ao contrário, a eleva a um novo nível; os riscos reconhecidos socialmente têm um conteúdo político explosivo peculiar. O que até o momento era considerado apolítico se torna político.

Os riscos da modernização mostram um efeito social de bumerangue: tampouco ricos e poderosos estão seguros diante deles. Os efeitos secundários anteriormente latentes golpeiam também os centros de sua produção. Os próprios atores da modernização sofrem e se beneficiam dos perigos que desencadeiam. Nesse sentido, a divisão de classes desaparece: *“aquí queda claro que la Tierra se ha convertido en una catapulta que no respecta las diferencias entre ricos y pobres, blancos y negros, sur y norte, este y oeste”* (BECK, 1998, p.28).

As indústrias com poder de gerar riscos se estabelecem nos países mais pobres, pois existe uma força de atração sistemática entre a pobreza extrema e os riscos extremos. Nesses países subdesenvolvidos, onde há uma massa desempregada, observa-se até maior receptividade para com as indústrias, pois com elas aparece a esperança de novas tecnologias e geração de empregos, esquecendo-se dos possíveis riscos em favor da superação da miséria material. A evidência da miséria acaba por nublar a percepção dos riscos, pois a necessidade da atividade para fugir dela torna-se maior.

Nesse aspecto, Beck (1998, p.34) retrata a existência de uma maior vulnerabilidade de certas comunidades frente aos riscos, por mais genéricos e absolutos que eles possam ser. Assim, *“los riesgos de la modernización se presentan de una manera universal que es al mismo tiempo específica e inespecífica localmente; y segundo, cuán incalculables e impredecibles son los intrincados caminos de su efecto nocivo”*.

A consciência do risco na civilização altamente industrializada se forma contra a negação constante dos cientistas e continua sendo reprimida por eles. Enquanto os riscos não são reconhecidos cientificamente, eles não existem, portanto não serão impedidos, tratados ou ressarcidos. Ademais, os novos riscos também são vistos como um *big business*, pois novos mercados se abrem para as empresas gestoras de riscos. O saber *científico* adquire especial relevância, até mesmo no campo político.

Outro fator crucial para a teoria social da sociedade de risco é o fato de que a natureza já não pode ser pensada sem a sociedade; e a sociedade, por sua vez, não pode ser pensada sem a natureza. Como mencionado anteriormente, a cultura ocidental, com base nas concepções judaico-cristãs, considerava a natureza como algo a ser dominado. No entanto,

esse modelo, que acarreta a destruição do mundo natural, transformou-se em um imenso conjunto de ameaças médicas, sociais e econômicas globais para os seres humanos, com desafios completamente novos para as instituições sociais e políticas da sociedade mundial superindustrializada. Hoje, os problemas do meio ambiente tornaram-se também problemas sociais, problemas do ser humano, das condições de vida tanto nas cidades quanto no meio rural e no meio costeiro, do ordenamento econômico, cultural e político das sociedades.

Da mesma forma, a interdisciplinaridade na análise das questões socioambientais é obrigatória, já que há o rompimento do monopólio da racionalidade das ciências. Nesse sentido, afirma Beck, “sem uma racionalidade social, a racionalidade científica está vazia; sem uma racionalidade científica, a racionalidade social está cega”. (1998, p.40).

Mas o saber, de outro lado, se adentra ao campo político e há aqueles que se beneficiam dos riscos. Cresce o significado do saber e do poder sobre os meios que o configuram. “*En este sentido, la sociedad del riesgo también es la sociedad de la ciência, de los médios y de la información. En ella se abren así nuevos contrastes entre quienes producen las definiciones de riesgo e quienes las consumem*” (BECK, 1998, p.53).

Questiona-se, igualmente, a forma de estabelecer novas políticas, procurando-se saber se há um vazio político, se há colisões com os nacionalismos estatais e interesses predominantes. Afinal, quem serão os novos agentes políticos? Touraine (1998), afirma que nesse contexto é necessário que cada indivíduo se torne sujeito e ator, reivindicador e agente da mudança.

Após a descrição dos contornos da sociedade de risco, com a análise da lógica da divisão dos riscos da modernização, verifica-se que essa é apenas uma das vertentes caracterizadoras dessa sociedade. As situações de ameaça global que surgem e as dinâmicas sociais e políticas de conflito e desenvolvimento que elas contêm são novas e consideráveis, mas ficam ocultas pelos riscos e inseguranças sociais, biográficas e culturais que na modernidade avançada foram recortados e transformados na estrutura social interior da sociedade industrial (as classes sociais, as formas familiares, as situações sexuais, o matrimônio, a paternidade, a profissão e as evidências básicas do estilo de vida que estão incluídas nela).

Atualmente, a estrutura da desigualdade social nos países desenvolvidos, como a Alemanha, apresenta todos os atributos de uma estabilidade surpreendente. De outro lado, no mesmo espaço de tempo se têm suavizado socialmente as questões relativas à desigualdade.

Essa análise da individualização da desigualdade social é, no entanto, por demais estrita à realidade europeia da década de 1980.

Percebe-se, hoje, uma mudança social dentro da modernidade, em cujo transcurso os seres humanos são liberados das formas sociais da sociedade industrial (classe, camada, família, situações sexuais de homens e mulheres). Isso ocorre mediante o processo de individualização. O ingresso das pessoas no mercado de trabalho¹⁷ vem unido à liberação dos laços familiares, profissionais e culturais e coincide com o pensamento de Baudrillard (1990), quando afirma que o século XX foi o século de todas as emancipações e liberações.

Essa tendência obriga as pessoas, em nome da própria sobrevivência material, a fazer de si mesmas o centro de seus próprios planos de vida. Verifica-se um novo modo de socialização, uma mudança radical entre o homem e a sociedade, havendo uma tríplice forma de individualização: dissolução das precedentes formas sociais históricas; perda de seguranças tradicionais (saber) e um novo tipo de coesão social. Assim, *“la individualización se convierte en la forma más avanzada de socialización dependiente del mercado, de las leyes, de la educación etc”*.

Em relação ao trabalho, ocorre igualmente uma mudança em seu sistema, pois a profissão perdeu suas garantias e proteções anteriores. Há um risco grande de bacharéis ficarem marginalizados no mercado de trabalho após a graduação. Os títulos garantem apenas um lugar na sala de espera do mercado.

A noção de sociedade industrial pressupõe o domínio da lógica da riqueza e admite como compatível a distribuição do risco, enquanto que a noção de sociedade do risco considera incompatíveis a distribuição de riqueza e de risco e aceita a rivalidade entre suas lógicas. Esta é a lógica do desenvolvimento: os riscos da modernização se consolidam socialmente em um jogo de tensões entre ciência, prática e vida pública, desencadeando uma crise de identidade, novas formas de organização e de trabalho, novos fundamentos teóricos, novos desenvolvimentos metodológicos. A discussão pública dos riscos da modernização é o caminho para a conversão dos erros em oportunidades de expansão abaixo das circunstâncias da cientificidade reflexiva.

¹⁷ Durante a Primeira e a Segunda Guerras Mundiais, enquanto os homens foram para o *front*, as mulheres e as crianças ocuparam os seus lugares na agricultura, no mercado de trabalho e nas indústrias, inclusive na bélica, eliminando ainda mais as diferenças de gênero e faixa etária. Assim, a emancipação dos papéis sociais antes clara e determinada, deu lugar à individualização, em uma luta que duraria ainda várias décadas.

Essa interpenetração entre a crítica civilizatória, contraposições interpretativas interdisciplinares e os movimentos de protesto de caráter público resulta especialmente clara no movimento de defesa do meio ambiente e nos movimentos sociais que lutam por uma melhor qualidade de vida, especialmente nos grandes aglomerados urbanos. Em relação aos riscos civilizatórios, estes enfrentam principalmente duas opções: a eliminação de causas, derivadas da industrialização primária, ou das consequências e sintomas da industrialização secundária pela expansão do mercado. Diferente de todas as épocas anteriores (incluindo a sociedade industrial), a sociedade do risco se caracteriza essencialmente por uma carência: a impossibilidade de prever externamente as situações de perigo.

Naqueles aspectos em que os riscos preocupam os homens, já não há um perigo cuja origem possa ser atribuída ao externo, ao alheio, ao extra-humano, senão à capacidade adquirida historicamente pelos homens de autotransformar, de autoconfigurar e de autodestruir as condições de reprodução de toda a vida sobre a Terra. Mas isso significa que as fontes de perigo já não estão na ignorância, senão no saber; nem no domínio deficiente da natureza, senão no aperfeiçoado; nem na falta de ação humana, senão precisamente no sistema de decisões e restrições estabelecido. Os riscos se converteram no motor da autopolitização da sociedade industrial moderna; e mais, com esta sociedade variam o conceito, a localização e os meios da política.

3.1.3 Risco: noções gerais e conceitos

Existem ciências que se utilizam da categoria *risco* de diferentes formas, ligadas a seus próprios pressupostos ontológicos, mas que pouco se comunicam. Esses estudos deslocaram a discussão de um local circunscrito no tempo e no espaço para o âmbito das macrotransformações sociais.

Lieber e Lieber (2002) traçam um paralelo entre Janus, da antiga Roma, e risco, da sociedade pós-moderna. Janus foi o deus do começo, deus do portal ou deus da dupla face, capaz de olhar simultaneamente para a entrada e para a saída, para o interior e o exterior, para o passado e para o futuro. “Seu templo, fechado em tempos de paz e aberto em tempos de guerra, não se prestava como oráculo, mas como garantia da continuidade do tempo, das coisas e das mudanças”. O risco também guarda uma *dupla face* e mantém o seu *templo aberto* nestes tempos de transformações. Atualmente, quase toda a reflexão ou análise leva em conta as *razões de risco*: a possibilidade dos acontecimentos ou eventos futuros é definida a

partir de probabilidades de ocorrência, calculada com base nos eventos do passado. Fortuna ou azar decorrem de escolhas racionais, pois a modernidade detém ‘legiões vitoriosas’, os cientistas, para combate sem trégua, e sem vitória, ao obscurantismo e à ignorância.

É tarefa arriscada conceituar *risco*, pois toda a tentativa de construção de um conceito é, ao mesmo tempo, “um embate contra o mito, contra a onipotência da racionalidade científica e contra o poder, mas também o é contra a miséria e contra a iniquidade”. Se “conceito não é uma questão de valor ou de juízos morais, não é a busca do que é certo ou errado, ou ainda, do que é bom ou mal”, pode-se deduzir que as questões de *conceito* têm a ver com o “uso das palavras e com os critérios ou princípios pelos quais os usos são determinados” (WILSON, 2001). Assim, *risco* pode ser entendido como *a hazard from a dangerous chance*; entender *risco* “como o perigo de uma situação perigosa” faz pouco sentido em português, porém, em inglês, *hazard* sugere um perigo que alguém pode prever, mas não evitar. Ou seja, no risco combinam-se previsibilidade e incerteza (LIEBER; LIEBER, 2002).

Fox (2000), coloca que antes de alcançar a sua conotação atual, o conceito de *risco* sofreu transformações radicais ao longo da história. Se, na pré-modernidade, *risco* teve uma conotação neutra (algo como uma probabilidade de ganho ou perda), na era moderna tornou-se sinônimo de *perigo*, com uma conotação nitidamente negativa. Para Rossi (1995), o século XIX até a primeira metade do século XX foram os anos de segurança, aqueles que precederam o início do questionamento das possibilidades (ou das impossibilidades) da ciência. O produto dessa era foi uma “cultura de segurança”.

As regras e as leis científicas começaram a ser questionadas em diferentes campos no pós-guerra, a partir da metade do século XX. O fim das certezas sofreu aceleração na mesma velocidade que a proposição de soluções definitivas. A descoberta e o uso do DDT e dos antibióticos foram casos exemplares.

Na visão de Giddens e Lash (1997), Beck é referência obrigatória no estudo contemporâneo do risco nas ciências sociais. Sua análise dos problemas da sociedade contemporânea e do papel do risco cobre diferentes áreas. Trata de várias questões atuais como contingência, ambivalência, pluralismo e individualização. Para ele, risco seria algo mais ou menos inevitável, mas previsível e administrável, que pode ser reduzido e dramatizado mediante o conhecimento, mas não eliminado. O projeto de racionalização que Beck constrói é inspirado em valores universais aplicados à vida social. O aspecto prático

desse projeto se completa com a proposta de uso do “sistema perito ou especialista” de Antony Giddens, de forma a dar conta da imprevisibilidade.

O risco é a característica da “modernidade tardia” ou da “sociedade pós-tradicional”, termo este preferido por Giddens (1991), ao de noção de pós-modernidade, por entendê-la sem previsão. Esse autor afirma que as pessoas que vivem hoje nos países industrializados estão sujeitas a situações que são individuais ou, no máximo familiares, como doenças crônicas, estresse, violência e divórcio, que apresentam tensões tanto para o *eu* como para o conjunto social. Embora relativamente mais protegidas da atuação das forças naturais do que em tempos pré-modernos, essas pessoas estão submetidas a outros riscos, considerando que suas refeições diárias podem estar muito mais acrescidas de ingredientes artificiais, agrotóxicos etc., em detrimento daquelas consideradas mais tradicionais. Os perigos ambientais que ameaçam os ecossistemas da Terra são, hoje, muito mais presentes e disseminados na sociedade global. Esses exemplos ilustram o que Giddens (1991) denomina de “dialética do local e do global”.

Como uma forma de tentar definir o momento presente, repleto de perigos ambientais e de inseguranças decorrentes do processo de modernização, Beck introduz o termo “sociedade de risco”, pois, no seu modo de ver, a modernização envolve não apenas mudanças estruturais, mas também a transformação das relações entre estruturas sociais e seus agentes. Assim, a perda de referência das classes sociais é substituída pela condição de “classes de risco”, em que a distribuição de risco toma o lugar do processo da distribuição desigual de riqueza (LIEBER; LIEBER, 2002).

A sociedade atual deve resolver duas questões simultâneas, decorrentes da adoção de um modelo técnico-científico de produção aliado à forma econômica capitalista. A primeira é: como a riqueza produzida socialmente pode ser distribuída de forma igual e legítima? A segunda: como se pode, em termos aceitáveis, prevenir, desativar, dramatizar, redirecionar e conduzir riscos e perigos produzidos de forma sistemática no processo industrial avançado, sem que os interesses econômico-financeiros se sobreponham aos interesses sociais, ecológicos, médicos e psicológicos?

As categorias “sociedade de risco” e “sociedade reflexiva”, na visão de Beck, são duas condições necessárias à resolução desses problemas, pois a produção e a distribuição de riqueza são inseparáveis da produção de ‘risco’ e da sua distribuição nas esferas ecológica e psicossocial. A cada avanço na produção tecnológica surge novo risco imprevisível de

degradação dos recursos ambientais, criando demanda para mais cientificismo na produção. O processo acaba se configurando em uma geração contínua, algo como um jogo automantido entre o risco e a economia. Assim, o medo e sua saciedade são meramente simbólicos e independem do seu contexto para satisfazer as necessidades humanas. A proliferação de riscos decorre do fato de o processo de inovação tecnológica ter perdido o controle social, convertendo-se em solução para qualquer problema (GIDDENS; LASH, 1997).

A sociedade tornou-se um laboratório em que ninguém mais se responsabiliza pelos resultados das experiências. Beck clama por uma “cultura da incerteza”, distinta daquela mantida até agora, limitada entre a adoção do controle do risco marginal (seguro), de um lado, e a adoção de barreiras à inovação, ou de segurança absoluta (o não risco), de outro.

Para Muñoz (1995, p.8), os riscos são, em parte, construções sociais nas quais se podem apreciar dimensões psicológicas, sociológicas ou institucionais, estando aí o interesse das ciências sociais por eles. A autora esclarece que

desde as ciências sociais, a investigação sobre os riscos está centrada em estudar a resposta humana diante dos mesmos, especialmente a partir de dois pontos de vista: a percepção do problema dos riscos pela população e a tomada de decisão na gestão dos riscos (avaliação do seu impacto, medidas de proteção, adoção de tecnologias, localização de atividades potencialmente perigosas).

Nas definições que são atribuídas aos termos *risco* e *catástrofe* encontram-se repetidas expressões como “acontecimentos *infrequentes* ou *extremos*”, “*interrupções catastróficas* da normalidade”, “*danos* às pessoas, seus bens e ao meio ambiente”, ou “acontecimentos que *excedem a capacidade normal de ajuste* e amortização do sistema humano para absorvê-los”. Também convém recordar a distinção, já clássica na literatura anglo-saxônica, entre *hazard* (ameaça em potencial) e *risk* (probabilidade de que ocorra um desastre). Mas a diferença nem sempre é clara e há autores que preferem falar sempre em “riscos ambientais”, independentemente de sua origem.

Muñoz (1995), aponta que é comum realizar uma distinção entre riscos naturais e riscos tecnológicos. De forma simples, o risco tecnológico pode ser considerado como a probabilidade de falhas acidentais ou ameaça para a saúde e o meio derivadas de um mau projeto, gestão ou funcionamento de atividades industriais ou de infraestruturas. Nas definições de risco tecnológico se deve ressaltar o caráter humano da origem do risco: trata-se de uma ameaça que, ainda que involuntária, pode ser controlada por seus agentes causais.

Lavell (1996), por sua vez, ao conceituar risco como uma probabilidade de ocorrência de um dano à população, engloba a noção de ameaças e vulnerabilidades. E, nesse sentido, explicita que os autores comumente dividem as ameaças em naturais ou tecnológicas. Ele, todavia, propõe uma tipologia que considera quatro categorias básicas de ameaças: naturais, sionaturais, antrópico-contaminantes e antrópico-tecnológicas.

Na percepção popular dos riscos tecnológicos e também na conceitualização que deles fazem os cientistas, existem algumas características que os diferenciam claramente dos naturais. Os riscos tecnológicos podem ser considerados impostos, uma vez que

[...] derivam de um modo de produção ou de uma tecnologia deliberadamente escolhida por alguém; seus efeitos podem ser intensificados por uma localização inapropriada; alto grau de incerteza a respeito de suas consequências sobre o meio ambiente e a saúde pública, pois não é possível tecer previsões acerca de seus efeitos presentes e futuros; em muitos casos os efeitos negativos das tecnologias são invisíveis ou dificilmente perceptíveis a partir da experiência cotidiana, o que acentua o efeito de medo e desconfiança da população diante dos riscos tecnológicos; a percepção deste tipo de risco está influenciada pela existência de eventos de muito baixa probabilidade de ocorrência, porém de alto potencial de dano, inclusive em escala mundial, como foi o acidente de Chernobil (MUÑOZ, 1995, p.9).

Assim, há uma responsabilidade inerente aos riscos tecnológicos. A investigação sobre os riscos requer a preocupação em reconhecer a complexidade da cadeia causal na deterioração ambiental produzida por certas atividades. No entanto, frequentemente, não é fácil relacionar os resultados dos problemas ambientais com sua origem, ou verificar se existe uma dissociação no espaço e no tempo entre a origem e a consequência. Muitas vezes, tanto os problemas ambientais quanto os sociais - especialmente estes últimos - podem ser melhor compreendidos no contexto das teorias do caos e da complexidade.

De qualquer modo, é necessário situar a análise dos riscos em suas dimensões espacial e temporal. Nestas, deve-se reconhecer as consequências que a longo prazo de atividades são negativas, mas que a curto prazo podem ser positivas. Também, é preciso perceber as diferenças entre os riscos de desenvolvimento brusco (catástrofe) e os riscos de desenvolvimento difuso (contaminação lenta).

No tocante à dimensão espacial, esta deve estabelecer uma distinção entre riscos universais (deterioração da camada de ozônio, por exemplo) e riscos locais ou pontuais. Existem também riscos globais com consequência de eventos pontuais, ou ao contrário, riscos materializados em uma localidade com consequência de um possível processo de deterioração global (MUÑOZ, 1995, p.11).

A noção de *risco* – notadamente de *risco ambiental* – é comumente confundida com a noção de *impacto ambiental*. Embora essas duas categorias estejam intimamente relacionadas, existe uma diferença significativa entre elas. O risco assume um efeito negativo, enquanto o impacto corresponde a uma interferência no ambiente, que pode ser positiva ou negativa (BRILHANTE, 2002).

A Geografia é uma das áreas disciplinares pioneiras em trabalhar os *riscos* em sua dimensão ambiental. Possui larga experiência no esforço de focar as dinâmicas sociais e naturais simultaneamente e traz, em seu arcabouço conceitual, a vulnerabilidade como conceito complementar de *risco*. Marandola Jr (2004) explicita que os estudos geográficos do risco receberam tratamento especial dos pesquisadores preocupados com fenômenos naturais que, em situações extremas, causavam danos e expunham as populações ao perigo, os assim denominados *natural hazards* ou perigos naturais.

A análise dos *riscos* possui uma dimensão geográfica evidente: tanto o perigo como a vulnerabilidade e a catástrofe se materializam em um território e, portanto, têm um componente espacial que se baseia na coincidência de uma determinada ameaça para a população e suas atividades (NYERGES et al., apud MUÑOZ, 2002, p. 23). A aproximação geográfica pode ser abordada de uma maneira básica, definindo o contexto no qual o desastre se materializa ou poderia materializar-se. A cartografia dos riscos está a avançar, contribuindo para estabelecer uma zonificação dos níveis de *risco* a partir da combinação de mapas de periculosidade, exposição e vulnerabilidade.

As dimensões humanas, especialmente o estudo dos componentes sociais do risco, a aproximação contextual, a sua análise e a investigação da resposta humana perante os riscos e desastres são contribuições das ciências sociais ao estudo dos riscos.

Mitchell e Cruz (1991) distinguem três componentes humanos do risco: a vulnerabilidade, a exposição a ele e a resposta, cujas características são:

- Vulnerabilidade: faz referência ao *potencial* de uma sociedade para experimentar graves danos em caso de catástrofe e está relacionada a fatores como o desenvolvimento econômico, a normativa industrial ou ambiental, o grau de organização social, o padrão de vida e de saúde da população, a existência de sistemas de proteção civil;
- Exposição: indica o número de pessoas que se encontram em situação de serem diretamente afetadas pelo risco;

- Resposta: é o grau em que a sociedade atua para prevenir, evitar ou reduzir os prejuízos decorrentes do risco.

Considerando tais componentes sociais do risco, conclui-se que não se trata de fenômenos absolutos, mas de fenômenos relativos. Os eventos originários de autênticas catástrofes em uma sociedade podem, em outras, ter escassas repercussões devido à sua menor vulnerabilidade e/ou ao desenvolvimento de boas estratégias de resposta ante os riscos.

A investigação da resposta humana ante os riscos ou catástrofes pode ser entendida em duas dimensões: uma, com base na economia política; e outra, sob a perspectiva comportamental.

- *Baseada na economia política.* Há numerosos trabalhos de geógrafos que aplicam as teorias do subdesenvolvimento para estudar a maior proporção de riscos catastróficos no terceiro mundo. Para eles, uma economia mundial dominada pelas nações desenvolvidas mediante o mecanismo de intercâmbio desigual implica o estabelecimento de um círculo vicioso de “pobreza-deterioração-desastre”. A pobreza e a marginalização aumentam a vulnerabilidade de uma sociedade. Os riscos tecnológicos advêm das condições nas quais se realiza a produção econômica.
- *Sob a perspectiva comportamental.* Aborda as respostas individuais ou coletivas, diante das situações de risco. Esta linha de investigação estuda a forma como a população percebe os riscos e reage a eles.

Nesse contexto, cabe à sociedade resolver duas questões simultâneas, decorrentes da adoção de um modelo técnico-científico de produção aliada à forma econômica capitalista. A primeira pergunta, já mencionada neste texto, é: como a riqueza produzida socialmente pode continuar sendo distribuída de forma desigual e legítima? E a segunda: como se pode, em termos aceitáveis, prevenir, desativar, dramatizar, redirecionar e conduzir riscos e perigos produzidos de forma sistemática no processo industrial avançado, sem se sobreporem a interesses ecológicos, médicos, psicológicos e sociais?

3.1.4 Vulnerabilidade: noções gerais e conceitos

Em tópicos anteriores deste trabalho, houve destaque para o fato de o conceito de vulnerabilidade estar inserido na noção ampla de risco, como referência ao potencial de dano passível de ser sofrido por uma determinada sociedade. Localizar e entender o termo

vulnerabilidade nas diferentes abordagens científicas é um empreendimento que não pode ser realizado sem se considerar, simultaneamente, o conceito de *risco*. Segundo Marandola Jr (2004) isso se deve ao fato de a vulnerabilidade aparecer no contexto dos estudos sobre risco, num primeiro momento em sua dimensão ambiental e só mais tarde no contexto socioeconômico.

A vulnerabilidade é um componente fundamental na análise de risco. Muñoz (2002) utilizando-se dos apontamentos de Blaikie et al., (1994), a define como as “*características de uma pessoa ou grupo em termos de sua capacidade para antecipar, enfrentar, resistir e se recompor do impacto de um perigo natural. Isto implica uma combinação de fatores que determinam o grau em que a vida e o sustento dos indivíduos são postos em perigo por um evento identificável na natureza e nas sociedades*”.

Para Oliver-Smith (2004), vulnerabilidade é fundamentalmente um conceito político-ecológico. Isso envolve a relação do ser humano com o meio ambiente, considerando as forças econômicas e políticas, características da sociedade em que ele está inserido. Do ponto de vista dos *hazards* e dos desastres, vulnerabilidade é um nexo conceitual que relaciona o meio-ambiente às forças sociais, instituições e valores culturais que os sustentam ou combatem. Combinando elementos do ambiente, da sociedade e da cultura em múltiplas proporções, o conceito de vulnerabilidade provê um referencial teórico que engloba a multidimensionalidade dos desastres.

Para o referido autor, desastres são tanto eventos materiais complexos quanto uma multiplicidade de construções sociais interpenetrantes e por vezes conflitantes. Quer sejam material ou socialmente construídos, os efeitos dos desastres são canalizados e distribuídos na forma de risco no âmbito da sociedade, de acordo com práticas e instituições políticas, sociais e econômicas. Essa é a essência da vulnerabilidade.

Wilches-Chaux (1989) identifica onze diferentes formas de vulnerabilidade: natural, física, econômica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educacional, ecológica e institucional. O modelo proposto por Blaikie et al., (1994) coloca essas diferentes formas de vulnerabilidade em correntes causais. Situa as ideologias dos sistemas político e econômico como originárias da maioria dos desastres a que o mundo está vulnerável hoje, já que afetam a alocação e a distribuição de recursos na sociedade. A vulnerabilidade está situada conceitualmente na interseção entre natureza e cultura e demonstra, muitas vezes dramaticamente, a mutualidade de ambas na construção do desastre.

É necessário examinar os conceitos de vulnerabilidade em termos teóricos, para desvelar suas amplas implicações ecológicas, políticas, econômicas e socioculturais. É necessário reconhecer, naquilo que geralmente se compreende como distúrbios da natureza, as suas profundas bases socioculturais, econômicas e políticas.

Se, como sustentam teóricos da vulnerabilidade, desastres são mais da sociedade que especificamente fenômenos naturais, certas questões concernentes à conjuntura da cultura, da sociedade e da natureza aparecem. É preciso entender vulnerabilidade enquanto relacionada às estruturas sociais e econômicas, normas e valores culturais e *hazards* do meio-ambiente (e desastres) em correntes causais.

Alves (2005), em seu trabalho de identificação e caracterização das situações de vulnerabilidade socioambiental na metrópole de São Paulo, define vulnerabilidade [socioambiental] como “a coexistência ou sobreposição espacial entre grupos sociais muito pobres e com alta privação (vulnerabilidade social) em áreas de risco com degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental)”. Nesse sentido, é a combinação dessas duas dimensões que caracteriza uma situação de vulnerabilidade socioambiental.

Para Alves (2005) “não é por acaso que as áreas de risco e degradação ambiental também são, na maioria das vezes, áreas de pobreza e privação social”. Assim, a sua hipótese é a de que “a vulnerabilidade ambiental é um fator relevante na configuração da distribuição espacial das situações de pobreza e privação social”, o que, de modo geral, deve repetir-se em outras metrópoles brasileiras devido à similaridade dos processos que as formaram e aos problemas que enfrentam na atual conjuntura do país.

Nesse sentido, esse autor acredita que a categoria *vulnerabilidade* pode captar e traduzir os fenômenos de sobreposição espacial e interação entre os problemas sociais e ambientais sendo adequada para uma análise da dimensão socioambiental (espacial) da pobreza. Mendonça (2004, p.140-141) também ressalta que a “condição de pobreza de uma determinada população está estreitamente vinculada à condição de formação de riscos e de vulnerabilidade socioambiental”.

Lowry (1995) coloca que se pode conceituar vulnerabilidade, então, como: “*La susceptibilidad de la vida, propiedades y medio ambiente para ser dañados si una amenaza manifiesta su potencial*”.

A vulnerabilidade implica, pois, uma combinação de fatores que determinam o grau em que a vida e o sustento dos indivíduos são postos em perigo por um evento identificável

na natureza ou na sociedade. A vulnerabilidade é inerente ao território e à população, mas se trata de um fenômeno que pode ser trabalhado. Constitui um conceito complexo por abranger aspectos econômicos, sociais, políticos e culturais, além de outras perspectivas epistemológicas como ecologia política e ecologia ambiental, entre outras.

Os aspectos referidos permitem compreender melhor o conceito de vulnerabilidade, quando associados à capacidade que um grupo social possui de reagir diante de perigos naturais e tecnológicos, prevenindo-os, evitando-os ou reduzindo seus impactos.

Como componentes de uma definição de vulnerabilidade cartográfica, Maria de los Angeles Dias Muñoz (2006) afirma que a vulnerabilidade está na base dos desastres e diretamente ligada à capacidade de resposta de uma sociedade em prevenir, evitar e reduzir os prejuízos ocasionados. Daí sua relação com vários aspectos, como grau de informações, condições econômicas, legislação ambiental, grau de organização social, nível de vida e saúde, rede de proteção civil da sociedade.

Diante do conceito de vulnerabilidade trazido por Muñoz, cabe perguntar: como medir a vulnerabilidade? Como saber o grau de vulnerabilidade de um determinado grupo social? E a resposta da autora remonta à complexidade da definição, ao mesmo tempo em que sugere um conjunto de variáveis e critérios para mensurar a vulnerabilidade em que a população da área que se pretende avaliar é o principal aspecto a considerar, observando o volume da população potencialmente exposta aos riscos e as características dessa população, identificando sua capacidade de prevenção e de reação a esses riscos.

Assim, para identificar tal capacidade de resposta, alguns indicadores são decisivos, como o caso do nível de renda, que permite perceber os níveis de pobreza; grau de instrução; taxas de desemprego e de rotatividade nos empregos; ou outros indicadores que permitem identificar as formas de trabalhar e viver. Esse quadro revela a dificuldade de medir territorialmente a vulnerabilidade, bem como de definir os indicadores apropriados para alcançar tais objetivos.

Não se deve esquecer, porém, que as diferentes camadas sociais ou os diversos grupos, ou as regiões com variados níveis de desenvolvimento, estão expostos, cada um, a diferentes riscos, sendo precipitado afirmar de antemão que quanto maior o nível econômico ou o nível de instrução ou de desenvolvimento, menor o número e a dimensão de riscos a que os sujeitos estão expostos. São outros os riscos, outros os possíveis desastres. Essa é, de fato, uma tendência, mas não pode ser tomada como regra. No entanto, a identificação do grau de

vulnerabilidade de determinada área territorial está diretamente ligada à possibilidade de um bom planejamento de programas de emergência e de programas para enfrentar de maneira eficaz uma catástrofe.

As diferentes situações de vulnerabilidade dos sujeitos (individuais e/ou coletivos) podem ser particularizadas pelo reconhecimento de três componentes interligados: o individual, o social e o programático ou institucional, os quais remetem às seguintes questões de ordem prática:

- vulnerabilidade de quem?
- vulnerabilidade a quê?
- vulnerabilidade em que circunstâncias ou condições?

Os componentes da vulnerabilidade individual referem-se à ordem cognitiva como quantidade e qualidade de informação de que os indivíduos dispõem e sua capacidade de elaborá-la, e também à ordem comportamental. Ou seja, referem-se à capacidade, à habilidade e ao interesse desses sujeitos para transformar suas preocupações em atitudes e ações passíveis de proteção.

O componente social da vulnerabilidade envolve o alcance às informações, as possibilidades de processá-las e de incorporá-las a mudanças práticas na vida cotidiana, condições essas diretamente associadas ao acesso a recursos materiais, a instituições sociais como escola e serviços em geral, ao poder de influenciar decisões políticas, à possibilidade de enfrentar barreiras culturais e de estar livre de coerções violentas de todas as ordens, questões essas que precisam então ser incorporadas às análises de vulnerabilidade.

O componente institucional ou programático da vulnerabilidade conecta os componentes individual e social. Diz respeito ao grau e à qualidade de compromisso, recursos, gerência e monitoramento de programas nacionais, regionais ou locais de prevenção e cuidado, que são importantes para identificar necessidades, canalizar os recursos sociais existentes e otimizar seu uso.

Fatores da mesma magnitude para compreender a vulnerabilidade são os aspectos técnicos, políticos, sociais e territoriais. Mais do que compreender ou medir a vulnerabilidade, segundo Los Angeles (2006), tal elaboração constitui passo fundamental para o planejamento urbano, sem o qual não se conseguirá alcançar formas sustentáveis de organização e de ocupação territorial que reduzam os riscos para a população.

Articulados entre si, os componentes constitutivos de uma abordagem apoiada no quadro conceitual da vulnerabilidade priorizam análises e intervenções multidimensionais, sugerem a compreensão de que as pessoas não são, em si, vulneráveis, mas podem estar vulneráveis a alguns agravos e não a outros, sob determinadas condições, em diferentes momentos de suas vidas.

3.1.5 Riscos e vulnerabilidades no meio ambiente urbano

Percebe-se um aumento no impacto e no escopo de *hazards* e desastres resultantes, já complexos e multidimensionais, que ocorrem devido à combinação de efeitos decorrentes de fatores econômicos, sociais, demográficos, tecnológicos, ideológicos e culturais. Os modos de produção (grandes indústrias, agricultura e pecuária em grande escala) e o processo de urbanização e de metropolização cada vez mais intenso têm potencializado o risco, a vulnerabilidade, o desastre e a catástrofe (OLIVER-SMITH, 2004, p.22).

Dubois-Maury e Chaline refletem em sua obra, *Les risques urbains*, sobre o panorama atual dos riscos urbanos a que estão expostas as sociedades na atualidade. Os resultados apresentados pelos pesquisadores decorrem dos seus respectivos trabalhos orientados para o alcance prático dos textos jurídicos nas áreas do urbanismo e do meio ambiente, para a prevenção dos riscos naturais e tecnológicos e para o estudo das grandes metrópoles mundiais, seu ordenamento e suas diversas formas de regeneração¹⁸.

Assim, os riscos – tanto em suas dimensões excepcionais quanto nos seus aspectos mais comuns – são inerentes à vida e à evolução de qualquer sociedade. Até poucas décadas, as calamidades urbanas naturais representavam os maiores riscos para a sociedade. No entanto, a urbanização generalizada das populações mundiais, ao acumular homens e atividades em espaços restritos, faz das cidades lugares eminentemente vulneráveis a qualquer agente perturbador, quer seja exógeno ou endógeno, natural ou técnico.

A vulnerabilidade da cidade diz respeito, evidentemente, à dos homens e dos bens que ela concentra, mas pressupõe também, frequentemente, aquelas dos seus poderes, da sua imagem e da sua irradiação. Os riscos urbanos são fenômenos de geometria variáveis. Os

¹⁸ Esses autores discutem a problemática dos riscos urbanos sob o ponto de vista de uma forte tendência eurocêntrica, e por que não dizer, francesa, uma vez que se trata de dois pesquisadores franceses. Não obstante, entende-se, que muitos dos conceitos e assuntos apresentados na obra, enriquecem a percepção dos riscos urbanos e podem ser aplicados à realidade do espaço urbano de muitos países em desenvolvimento como também à realidade das cidades brasileiras, nosso ponto-mor de interesse de estudo.

diversos perigos que podem afetar o funcionamento de uma cidade são apenas percebidos e divulgados pela mídia por meio das suas consequências negativas.

A crescente amplitude dos eventos catastróficos no mundo dificulta definições e respostas demasiadamente padronizadas. Como outras congêneres, a seguradora *Swiss Re*, das mais importantes no mundo, estabelece um teto mínimo para classificar um acontecimento de catástrofe: 20 vidas humanas e 2000 pessoas sem-abrigo, além de um montante de 35 milhões de dólares de danos assegurados, quantia reavaliada a cada ano. Entre 1970 e 2003, considerando essas cifras, o número de catástrofes não para de crescer.

As catástrofes naturais são as mais mortíferas. Os riscos naturais afetam todos os territórios, sendo que as concentrações urbanas são as mais atingidas. Estima-se que 2/3 das vítimas de catástrofes são urbanas, variando de 30 a 40 mil cidadãos, em média, a cada ano. Assim, evidencia-se, que os danos assegurados estão, cada vez mais, em forte progressão. Da mesma forma, nota-se que a geografia das grandes catástrofes e de seus efeitos é muito diversificada, não existindo, praticamente, correspondência alguma entre as perdas humanas e os danos materiais.

Estima-se, ainda, que do número total de vítimas, 82% pertencem aos países em desenvolvimento e 12% aos países industrializados. No entanto, essas cifras, no que diz respeito aos danos assegurados, essas cifras invertem-se: a sua quase totalidade se encontra nos EUA e na Europa Ocidental do Norte. A única exceção à forte correlação entre perdas humanas e materiais é o Japão.

Somos, assim, confrontados com o estabelecimento de escalas de gravidade e de uma hierarquização dos riscos efetivos ou potenciais que fazem com que critérios objetivos e interesses socioeconômicos próprios de cada país intervenham nos programas de emergência e combate aos diferentes riscos. Dessa forma, o conhecimento dos riscos urbanos comuns é, muitas vezes, aproximado e difícil de avaliar quanto às suas vantagens materiais e sociais. A noção de riscos urbanos e os intervenientes envolvidos não param de se diversificar, sobretudo nos países mais industrializados.

Dubois-Maury e Chaline (2004) relatam que a vulnerabilidade urbana aos riscos - sejam eles endógenos ou exógenos - é uma noção complexa. Essa vulnerabilidade encontra-se territorializadas, pois cada local da cidade possui suas próprias características, e são elas que vão determinar sua vulnerabilidade e guiar as respostas de prevenção em face dos perigos.

A vulnerabilidade diferencia os territórios da cidade, dividindo-a em centro, bairros históricos e bairros da periferia. No centro, há grande utilização do espaço, incluindo imóveis de grande altura, vulneráveis a incêndios e a panes elétricas. O grande número de veículos causa poluição e o grande fluxo de pessoas favorece a delinquência.

Nos bairros históricos, velhas construções possibilitam riscos de incêndio, de problemas relacionados à saúde pública e desmoronamentos. Na periferia, observa-se que, com a criação de zonas industriais, aeroportos e estradas, há o acúmulo de diversos riscos tecnológicos para as populações residentes. Nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, a proliferação de construções irregulares favorece o risco de desmoronamento em caso de enxurradas, tormentas, terremotos e inundações.

Dubois-Maury e Chaline (2004) têm a opinião de que toda cidade se situa num ambiente natural com o qual ela, em princípio, vive em harmonia e com o qual ela valoriza as suas potencialidades. Mesmo assim, a cidade permanece submissa à eventualidade de efeitos negativos e mesmo catastróficos das forças que compõem esse meio ambiente, quando elas se manifestam com uma energia incomum. Acrescentam que os riscos naturais podem ser agravados pelas diversas iniciativas humanas e que há que se levar em consideração as interações, cada vez mais frequentes, entre os riscos naturais e os tecnológicos.

Observa-se, hoje, uma “modernização” dos riscos urbanos, pois resultam de uma junção sociotécnica e de uma combinação de dados humanos e não-humanos difíceis de serem geridos simultaneamente, levando-se em conta o grande número de intervenientes.

Assim, segundo os autores, toda a vida urbana acontece em um *continuum* de riscos, pequenos na sua maior parte, e que são absorvidos pela capacidade da cidade de se autorregular. No entanto, quando as desordens e as perdas ultrapassam certos limites, os riscos urbanos se tornam preocupações maiores do poder público, principalmente nos países desenvolvidos, onde há grande atenção às vítimas humanas potenciais e aos colossais montantes de bens assegurados.

Há diversos atores envolvidos na gestão dos riscos, bem como uma ciência dos riscos com respostas técnicas, respostas de gerenciamento espacial, respostas dos gestores dos riscos e respostas das seguradoras, que trabalham com a indenização às vítimas pelos danos sofridos.

No tocante aos riscos tecnológicos e industriais, Dubois-Maury e Chaline (2004) dizem tratar-se de um desafio urbano e que causa muito mais temor aos cidadãos que os riscos naturais, conforme mostram pesquisas de opinião. Os autores enumeram diversos tipos de

possíveis catástrofes industriais e tecnológicas, destacando-se as causadas por químicos, explosões, contaminação do ar, do solo e das águas, transporte de matérias perigosas e tóxicas. Além disso, enfocam os riscos de origem nuclear, principalmente no que diz respeito à questão das cidades que com eles se defrontam. Acrescentam que atualmente e, sobretudo, nos países mais desenvolvidos, a complexidade dos sistemas urbanos, a intensificação dos fluxos que se tornaram indispensáveis ao seu funcionamento e a heterogeneidade de seus tecidos são potenciais geradores de riscos.

Os referidos autores afirmam que, na maioria dos países desenvolvidos, alguns desses riscos cotidianos (como o risco de incêndios urbanos, por exemplo) apesar de serem permanente, estão relativamente controlados, mediante a criação e a implementação de normas que vão desde a construção até a manutenção de equipamentos urbanos e edificações. Nessa classe de riscos acham-se também os males causados pelos automóveis no meio urbano, a poluição do ar exterior e interior às construções, os acidentes de circulação, as questões inerentes aos ruídos e barulhos urbanos, os riscos dos materiais empregados na construção civil, o amianto, o chumbo presente em certos combustíveis fósseis, os riscos urbanos advindos de insetos, em particular dos cupins, e aqueles “novos riscos tecnológicos”, como o caso das ondas emitidas pelas antenas de telefonia móvel.

Para enfrentar a difícil tarefa de gerir e controlar esses riscos, são necessários instrumentos para atuar na gestão dos acidentes e dos estados de crise, desde a prevenção até o controle das inseguranças urbanas, que incluem uma intervenção forte do Estado como resposta para os domínios sociocultural, educativo, de inserção profissional das populações urbanas até respostas penais mais eficientes.

Jacobi (2004), por sua vez, também estuda, em sua obra, os riscos e as vulnerabilidades na cidade. Alerta que é cada vez mais evidente a complexidade do processo de transformação do cenário urbano, crescentemente não só ameaçado, mas afetado por riscos e agravos socioambientais. Como desafio para o desenvolvimento urbano, o autor coloca a criação de condições capazes de, se não reduzir, pelo menos atenuar o quadro de risco existente que afeta a população desigualmente. Faz relatos acerca das variadas dimensões de “riscos ambientais urbanos”, os quais podem englobar uma grande variedade de acidentes em diversificada dimensão. Socialmente produzidos, abrangem tanto os riscos naturais quanto os riscos tecnológicos, certamente devido à concentração e à interação de ambos no recorte espacial, ameaçando uma mesma população.

O autor destaca, ainda, a estreita relação entre riscos urbanos e as questões de uso e ocupação do solo, considerando-as como determinantes das condições ambientais urbanas, na medida em que envolvem os problemas ambientais de maior dificuldade de enfrentamento e que, contraditoriamente, se identificam com as competências do município.

De um modo geral, o agravamento crescente dos problemas ambientais nas metrópoles é alimentado pelo modelo de apropriação do espaço que reflete as desigualdades socioeconômicas vigentes, aliado à ineficácia das políticas públicas e à inércia da Administração Pública na detecção, coerção, correção e proposição de medidas visando ao ordenamento do território e à garantia de melhoria da qualidade de vida da população (JACOBI, 2004).

Mesmo admitindo que os impactos negativos do conjunto de problemas ambientais decorrem principalmente da precariedade dos serviços públicos e das omissões do poder público, Jacobi (2000) acentua que eles também são reflexos do descuido e da omissão dos cidadãos, inclusive daqueles moradores dos bairros mais carentes de infraestrutura. Essa observação levanta a questão do significado dos problemas ambientais e do conflito entre os interesses particularizados e a qualidade de vida da cidade como um todo.

O autor focaliza sua análise nos riscos ambientais urbanos associados aos impactos socioambientais decorrentes do processo de urbanização, tendo como referência a Região Metropolitana de São Paulo. Alguns dos itens abordados têm paralelo com o que ocorre em inúmeros bairros e municípios da Região Metropolitana de Curitiba. Referindo-se a São Paulo, Jacobi (2000, p.17) sublinha as seguintes questões:

- a redução de áreas verdes que resulta na excessiva impermeabilização do solo que, por sua vez, multiplica as áreas sujeitas a enchentes e os consequentes impactos ambientais, sociais e econômicos;
- a falta de medidas práticas para controlar a poluição do ar;
- a procrastinação da ampliação e adequação da rede de transporte público e de medidas que estimulem a redução do uso de automóveis;
- a demora na expansão da rede de esgotos (coleta e tratamento);
- a contaminação dos mananciais de abastecimento de água e dos rios existentes nas áreas urbanas;

- a exaustão das alternativas convencionais de destinação final dos resíduos sólidos e problemas resultantes da contaminação das águas subterrâneas e de superfície pelo chorume.

Os impactos socioambientais destacados por Jacobi constituem, efetivamente, situações de risco ambiental urbano, uma vez que, em um determinado momento e em determinadas circunstâncias, podem de causar danos diretos à saúde, ao conforto, à qualidade de vida e ao patrimônio dos indivíduos, comprometendo assim seriamente o exercício das funções urbanas e, naturalmente, concorrendo para a degradação da base física da cidade.

Como assinala o autor, a maior parte dos riscos ambientais urbanos está circunscrita na esfera de competência municipal e diretamente vinculada ao uso e à ocupação do solo. De um lado, tal fato, de um lado, indica que a intensidade e a disseminação dos problemas socioambientais urbanos se deve principalmente à ineficácia da administração pública no planejamento e no controle do uso e da ocupação do território da cidade; de outro lado, representa uma possibilidade de resposta coletiva e institucional a esses riscos.

Perante todo o quadro construído, mostra-se necessário, entre outros aspectos, conhecer e avaliar as diferentes respostas que as comunidades analisadas darão em relação às diferentes categorias de riscos urbanos. A metodologia para a caracterização dos riscos mais discretos, espacialmente difusos, estendidos no tempo, a exemplo daqueles que afetam a saúde pública, ainda carece de estratégias práticas a serem desenvolvidas.

Mas a certeza que se tem é que todos esses riscos podem ser interpretados como a contrapartida irresistível dos avanços e progressos dos quais se beneficia (ou não) o conjunto das populações urbanas. É preciso definir as ferramentas necessárias à gestão e ao monitoramento dos riscos, os instrumentos de prevenção e mitigação dos mesmos, bem como a metodologia e os indicadores para detectar as vulnerabilidades, sejam elas evidentes ou não.

Poder-se-ia adotar estratégias explicitadas por Dubois-Maury e Chaline (2004), as quais descrevem políticas que intervêm desde a fase das causas do risco – como é o caso dos riscos industriais e, também, das desordens sociais – enquanto outras se traduzem por um amplo trabalho de proteção das pessoas e dos bens em situação de vulnerabilidade. Em todo caso, é necessário apelar fortemente a estratégias de prevenção, utilizando recursos da regulamentação aplicada ao uso e afetação dos solos.

Um vasto campo de reflexões fica aberto, para melhor articular as prerrogativas da atuação do Estado através das esferas dos poderes centrais (níveis federal e estadual) em

matéria de riscos, com as iniciativas e as competências da esfera dos poderes locais (nível municipal). De um lado, fica a questão da ação de seguradoras e a confiabilidade e a técnica na mensuração dos riscos urbanos; de outro, a ação dos sujeitos, atores e movimentos sociais organizados ou espontâneos é uma força que não deve ser subestimada, mas aceita, pois é efetiva e eficaz. Alianças e medidas de cooperação entre as várias instituições e grupos existentes poderão beneficiar tanto a sociedade quanto o meio-ambiente no sentido de reduzir a vulnerabilidade de um e de outro ao desastre.

Por fim, parece que uma das vias razoáveis, em face dos riscos urbanos tão diversos quanto incontornáveis, reside em uma maior repartição das causalidades e das responsabilidades. Contudo, uma maior implicação dos habitantes/moradores das cidades exige que sejam mais bem informados dos perigos em curso, dos comportamentos a serem modificados ou a serem adotados em caso de crise. Isso com o intuito de que, ao final, cada um elabore suas próprias percepções dos riscos. O grau de aceitação se seguiria, considerando a afirmação citada por Dubois-Maury e Chaline (2004), de que "o ser humano aceita mais livremente o risco aleatório que o risco da ignorância".

O meio ambiente urbano constitui um “novo entorno construído, um ambiente *natural* novo que combina o social com o natural sob padrões de alta centralidade e densidade”. Assim, ao tratar da gestão urbana, apesar de se estudar de maneira particular os numerosos elementos que a compõem, não se deve ignorar a construção da totalidade. É preciso ter em mente que a derivação de aspectos parciais isolados resulta tão equivocada como as soluções tecnocráticas por si mesmas (LAVELL, 1996).

3.2 RISCOS EMERGENTES

O grito de alerta de Rachel Carson em *Primavera Silenciosa*, obra publicada há mais de 40 anos sobre os perigos representados pelos agrotóxicos sintéticos, possibilitou desenvolver formas novas e vitais de proteção ao homem, além de descrever a forma como agentes químicos persistentes estavam contaminando a natureza.

A autora documentou a maneira como esses agentes químicos estavam se acumulando em nossos corpos, como mostra o seu pronunciamento apresentado por Al Gore apud Colborn, Dumanoski e Myers (2002, p.10).

“Desde então, estudos feitos com o leite materno e o tecido gorduroso de seres humanos confirmaram a medida da exposição que sofremos. Pessoas em lugares tão remotos quanto Ilha de Baffin, no extremo norte do Canadá, já carregam em seus corpos indícios de agentes químicos persistentes, inclusive os notórios PCBs, DDT e dioxina. O que é ainda pior, sabe-se agora é que as mães estão transmitindo este legado químico para a geração seguinte, através do útero e do leite materno.”

Carson, em uma de suas últimas palestras advertiu que a contaminação pelos agentes químicos persistentes, representava nada mais nada menos, que um experimento sem precedentes:

“Estamos expondo populações inteiras a agentes químicos extremamente venenosos, como comprovaram os estudos com animais. Agentes químicos que, em muitos casos, têm efeitos cumulativos. Atualmente, este tipo de exposição começa a acontecer tanto antes como durante o nascimento. Se não mudarmos nossos métodos atuais continuará acontecendo ao longo de toda a vida das pessoas que já nasceram. Ninguém sabe ainda quais serão os resultados deste experimento, já que não há nenhum paralelo anterior que possa nos guiar” (COLBORN, DUMANOSKI ; MYERS, 2002, p.11).

Poderíamos dizer que a partir de *Primavera Silenciosa*, estaríamos apenas começando a compreender as consequências de tal contaminação. pois a revisão do conjunto substancial e crescente de evidências científicas, compilado por Theo Colborn e colaboradores em *O Futuro Roubado*, demonstrou a relação entre agentes químicos sintéticos e desenvolvimento sexual aberrante, problemas comportamentais e dificuldades reprodutivas. Embora grande parte das provas apresentadas por esses estudos científicos esteja relacionada a efeitos ecológicos e a populações animais, elas apontam para implicações importantes também para os seres humanos.

Segundo Sodré et al., (2007), atualmente, em nosso planeta, são conhecidas cerca de 11 milhões de substâncias químicas. Em países industrializados, cerca de 100.000 compostos são produzidos deliberadamente e utilizados para diversos fins. Anualmente, somente nos Estados Unidos são registradas de 1.200 a 1.500 novas substâncias químicas por ano (EPA, 2001). Em todo o mundo, aproximadamente 3.000 compostos são produzidos em grande escala, atingindo mais de 500.000 kg por ano. Mello-da-Silva e Fruchtengarten (2005) afirmam que menos de 45% desses compostos produzidos são submetidos a algum tipo de ensaio toxicológico básico e menos de 10% foram estudados considerando-se qualquer tipo de efeito tóxico sobre o organismo em desenvolvimento.

A produção e uso crescente de compostos químicos e a inexistência de políticas de controle baseadas em critérios toxicológicos e ambientais têm levado ao aparecimento das chamadas substâncias poluentes emergentes. Essas substâncias não compreendem somente os produtos químicos sintetizados nos últimos anos, mas também uma série de compostos orgânicos exógenos ou endógenos que somente agora vêm sendo detectados em diferentes compartimentos ambientais. Além disso, muitos desses compostos têm apresentado em comum o fato de atuarem como interferentes do sistema endócrino de humanos e de diversos seres vivos (SUMPTER; JOHNSON, 2005).

Construir uma sociedade em que não haja riscos na contemporaneidade, é impossível. Mas, no mínimo, as pessoas têm o direito de conhecer as substâncias às quais estão sendo expostas, juntamente com seu filhos, além de tomarem conhecimento de tudo o que a ciência pode revelar sobre os perigos que essas substâncias representam.

É preciso entender os danos, muitas vezes invisíveis, que os agentes químicos causam. Todos precisam saber se existem formas de proteger as crianças, que parecem estar mais sujeitas a defeitos congênitos e desordens do desenvolvimento causados pelos compostos hormonalmente ativos.

Rosa (2007) e Ministério da Saúde (BRASIL, 2006) informam que estudos recentes indicam que está ocorrendo no Brasil uma elevação, embora não muito significativa, no número de mortes de crianças com menos de um ano de idade devido a defeitos congênitos. Para Axelrod et al., (2001), além da parcela genética, a ocorrência de malformações congênitas pode estar relacionada à exposição da criança, ainda antes do nascimento, ou mesmo, de seus pais, a substâncias tóxicas, como pesticidas, solventes, aditivos presentes em plásticos (ftalatos, entre outros), produtos de limpeza, emissões gasosas provenientes de veículos a diesel, entre outras. A importância dos fatores ambientais no nascimento de crianças portadoras de malformações deve ser considerada nos estudos das taxas de mortalidade por malformações congênitas em crianças menores de um ano.

Ghiselli e Jardim (2007) expõem que se faz necessário explorar mais a relação entre possíveis efeitos sobre os seres humanos e os danos observados entre animais silvestres. Ainda que grandes quantidades de produtos químicos sintéticos tenham sido lançadas no meio ambiente desde 1940, a geração nascida entre 1950 e 1960 foi a primeira a sofrer os efeitos dessa exposição no desenvolvimento intrauterino, principalmente devido ao estoque disponível de tais substâncias no tecido adiposo materno. Como os representantes mais velhos dessa geração ainda não haviam adquirido a sua maturidade plena até o final dos anos 70, apenas recentemente foi possível avaliar o impacto, em longo prazo, dessa exposição na saúde humana.

Boa parte dos produtos químicos sintéticos que foram lançados (e continuam sendo) no meio ambiente teve como destino final os mares, rios e lagos, provocando a sua contaminação. Alguns efeitos desses produtos como malformações sexuais aberrantes e dificuldades reprodutivas já se encontram comprovados em populações animais e sinalizam que o mesmo pode estar acontecendo com os seres humanos, conforme anteriormente mencionado.

Obter água em quantidade suficiente e com qualidade adequada para o consumo sempre foi uma grande preocupação para o homem. Em princípio ele preocupava-se apenas com o aspecto estético da água, rejeitando a que apresentava cor, odor, sabor e/ou turbidez. Posteriormente procurou adequar a água que tinha essas características diferentes, utilizando uma simples decantação, ou associando uma filtração em leito de areia, de modo a promover a clarificação.

Como a contaminação da água da fonte não alterava suas características estéticas, verificou-se que o odor, sabor, cor e turbidez não eram critérios suficientes para atestar a qualidade da água e que havia a necessidade de se aprimorar os recursos de tratamento da água de modo a garantir também a sua qualidade sanitária.

Com as contribuições de Schwam, Pasteur, Koch e outros cientistas para o avanço dos conhecimentos da bacteriologia e das técnicas de detecção de organismos patogênicos e a comprovação da eficiência do cloro não só na remoção de odor, mas também na eliminação ou inativação desses organismos, iniciou-se um grande progresso na tecnologia de tratamento de água.

Assim, até meados do século XX, a ênfase maior à qualidade da água para consumo humano era dada pelo aspecto microbiológico. A partir de então, devido ao relato frequente de contaminações ocorridas pela presença de certas substâncias químicas na água, o foco de atenção também se voltou ao perigo da contaminação química.

Na contextualização sobre a emergência desse novo olhar sobre a água, Bila e Dezotti (2007) afirmam que na atualidade a qualidade da água tornou-se um dos tópicos mais relevantes na química ambiental. A preocupação com micropoluentes (poluentes que estão presentes no meio ambiente em concentrações na ordem de μgL^{-1} e ngL^{-1}) tem aumentado expressivamente nos últimos anos. Fármacos, interferentes endócrinos e poluentes orgânicos persistentes (POP) são classes de substâncias muito investigadas, devido, principalmente, aos seus efeitos no meio ambiente. Uma grande preocupação relacionada a essas classes de substâncias é que elas podem produzir efeitos adversos aos organismos expostos em concentrações realmente muito baixas.

3.2.1 Riscos advindos da degradação da qualidade da água

A água é fundamental para a vida. Seus múltiplos usos são indispensáveis a um largo espectro das atividades humanas onde se destacam, entre outros, o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica, as atividades de lazer e recreação e a preservação da vida aquática. Contudo, Bechara (1992) afirma que os modelos de desenvolvimento adotados pelo homem para a agricultura, a pecuária, a indústria e os centros urbanos não têm levado em conta, há muito tempo, o meio ambiente. A crença de que a água poderia receber todo o tipo de poluentes e torná-los inativos, ou mesmo fazer com que eles desaparecessem do ambiente, provocou uma degradação sem precedentes dos recursos hídricos, superando em muito a sua capacidade de autodepuração. Esse fato é foi constatado por diversas pesquisas e instituições, entre as quais podemos citar o acervo de publicações e pesquisas realizadas pela Companhia de tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB (2006).

Aproximadamente 99% de toda a água existente no planeta, estão contidos em oceanos e geleiras, que são geralmente pouco considerados para uso humano por sua salinidade e localização. A água doce superficial, ou seja, aquela existente em rios e lagos representa apenas 0,009% da água na Terra (BOTKIN; KELLER, 2000).

A disponibilidade de água é controlada pelo ciclo hidrológico e a pluviosidade não é dividida equitativamente sobre a superfície da terra; tampouco o homem se distribui de forma proporcional à concentração de água. Essa disparidade provoca um grande gasto de energia em sistemas de distribuição. O crescimento demográfico e os novos padrões de consumo das populações urbanas têm aumentado exponencialmente o consumo total de água. Na expansão dos sistemas de distribuição em regiões de pouca pluviosidade, como a irrigação em regiões semi-áridas, por exemplo, a quantidade de água necessária é desproporcionalmente elevada devido às enormes perdas por evapotranspiração. Finalmente, o fator potencialmente mais grave é a grande degradação da qualidade da água pela poluição. De acordo com Wetzel (1981), o resultado disso consiste numa forte diminuição da quantidade de água disponível para diversos fins.

Para suprir essas necessidades, muitos rios são usados como fonte de abastecimento de água e geralmente, existe a necessidade de regular o fluxo em períodos de seca. Para esse propósito vários rios são barrados para criar acumuladores de água ou reservatórios. Em algumas situações reservatórios são especialmente construídos para suprir a demanda crescente. Porém, muitos reservatórios são necessários para suprir várias funções o que gera conflitos pelas diferentes demandas de qualidade de água, que muitas vezes devem absorver usos tão diferentes quanto abastecimento doméstico e atividades recreacionais (THOMAS; MEYBECK; BINI, 1992).

Os processos de mudanças na natureza e a escalada das atividades humanas têm consequências tanto quantitativas quanto qualitativas nas propriedades dos recursos hídricos. Historicamente, o desenvolvimento da sociedade envolveu uma mudança do uso da água da fase rural e agrícola para a fase urbana e industrial, o que se reflete tanto no aumento na demanda quanto na poluição da água.

Por outro lado, muitas indústrias foram bem sucedidas no desenvolvimento de processos com uma substancial redução no consumo de água, e a necessidade de água por unidade de produção está em declínio hoje em vários países. O consumo doméstico de água tende a aumentar, mas o desenvolvimento de técnicas para diminuição e controle de perdas pode estabilizar ou até mesmo reduzir esse consumo no futuro. Apesar disso, de forma geral a tendência é de um aumento pela demanda total de água, motivada principalmente pelo aumento da população mundial (BARTRAM et al., 1999).

A água é considerada o meio mais adequado para limpeza, dispersão, transporte e disposição de resíduos (domésticos, industriais, drenagem de minas, e outros). Cada uso da água, incluindo captação e descarga de resíduos, leva a um impacto específico e geralmente previsível sobre a qualidade dos corpos hídricos. Contudo, além desses usos intencionais, existem várias atividades humanas que têm efeitos indiretos e indesejáveis, se não devastadores, sobre o ambiente aquático. Constituem exemplos desses efeitos o uso do solo de modo não controlado, o desmatamento, os despejos acidentais (ou não autorizados) de produtos químicos, a descarga de efluentes sem tratamento ou escoamento de líquidos tóxicos de depósitos de resíduos sólidos, entre outros. Similarmente, o uso excessivo e descontrolado de fertilizantes e agrotóxicos tem efeito a longo prazo sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos (MEYBECK; HELMER, 1992).

Andreoli et al., (1999) expõem que a disponibilidade de água, tanto em quantidade como em qualidade, é um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento das cidades. Confrontando com o decréscimo da qualidade da água, esse aumento na demanda torna imediata a necessidade de conhecimento das características físicas, químicas e biológicas das bacias hidrográficas, para que medidas efetivas de controle de poluição sejam adotadas como forma de garantir a disponibilidade de água no futuro, servindo como importante ferramenta, tanto para o adequado planejamento urbano quanto para a gestão do uso e ocupação do solo.

A associação dos problemas originados no processo de degradação ambiental, na urbanização intensiva, com a falta de infraestrutura de saneamento, e a ocupação

desordenada do solo é conhecida como determinante no processo saúde-doença há muito tempo.

Um estudo da OMS estimou a correlação entre saúde e acesso à água potável e saneamento, visto que o aumento do acesso a águas distribuídas e a saneamento produz reduções médias de 25% e 65% na morbidade e mortalidade associadas à diarreia e outras enfermidades de veiculação hídrica, respectivamente (WORLD BANK, 1998). A mortalidade de lactentes e crianças pode ser reduzida em mais de 50% e podem-se evitar 25% dos episódios de enfermidades diarreicas, através da melhoria das condições de saneamento (REY et al., 1992).

Muitas enfermidades relacionadas à água são endêmicas nos países em desenvolvimento, principalmente em suas áreas rurais. Sua incidência depende do clima, dos hábitos sanitários das pessoas que vivem nesses locais e da água de abastecimento disponível, bem como da disposição de dejetos. As condições de abastecimento d'água podem afetar diversos tipos de enfermidades; um grupo de enfermidades pode depender de alterações na qualidade da água, outro da quantidade da água e outro dos efeitos indiretos da água estagnada. Setti (1994) exemplifica que a instalação de um sistema de abastecimento de água de boa qualidade, conectado às residências numa comunidade tropical, pode proteger as pessoas contra cólera (transmitida por fontes poluídas), enfermidades de pele e diarreias (falta de higiene pessoal), esquistossomose e outras doenças cujos vetores sejam mosquitos (dependentes da presença de águas lânticas).

A ingestão de água pelo homem é superior à quantidade de todos os outros alimentos reunidos e é, também, a sua principal excreção. Mais de dois litros de água são ingeridos diariamente por um adulto, cerca de 3% do seu peso corporal que, por sua vez, é constituído de 80% de água. Esse contato com a água justifica e explica a facilidade com que agentes patogênicos atingem o homem e nele se desenvolvem, quando outros fatores coadjuvantes são favoráveis à sua sobrevivência, desenvolvimento ou multiplicação (TOMINAGA; MIDIO, 1999).

Porém, em um período relativamente recente (início da década de 90), a ocorrência e a distribuição espacial de determinadas patologias, que podem ter sua

origem na exposição de longo prazo à baixa concentração de produtos químicos sintéticos presentes principalmente nas águas de abastecimento, colocam em evidência as relações saúde/ambiente e vulnerabilidade/riscos urbanos.

Desse modo, o homem está exposto a contaminantes de origem química que, com certa facilidade, podem atingir as coleções de água superficiais. Poluentes provenientes principalmente de efluentes domésticos, efluentes industriais, compostos químicos de uso agrícola e outros atingem o solo e os corpos d'água que, na sequência, podem vir a sofrer uma série de transformações físicas e químicas, além de possibilitar combinações desses poluentes com outros compostos químicos, intensificando ou diminuindo sua toxicidade a organismos vivos (TOMINAGA; MIDIO, 1999).

Dentre os fatores de deterioração das águas nas grandes cidades brasileiras, um dos mais alarmantes é, sem dúvida, o decorrente do fato de a maioria da população, especialmente a localizada em áreas de sub-habitação, não possuir serviço (ou não possuir serviço adequado) de coleta e tratamento de esgotos domésticos, dispendo-os *in natura* nos rios e lagos. Em alguns lugares, não há rede coletora alguma; em outros, há redes coletoras, porém, sem estações de tratamento; e, em outros ainda, as estações de tratamento existentes não operam com a eficiência desejada, pois ocorrem ligações clandestinas e ligações de esgoto aos sistemas pluviais (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO, 2001).

Assim, pode-se afirmar que em nosso país a urbanização está diretamente associada à poluição dos corpos d'água devido aos esgotos domésticos, parcialmente tratados ou não, além dos despejos industriais.

Com a finalidade de controlar a exposição a todos esses fatores de risco exige-se o consumo de água potável, ou seja, água tratada para remover as impurezas e evitar que ocorram novas contaminações. Esse tratamento, entretanto, implica a utilização de substâncias químicas que podem, por sua vez, afetar a saúde daqueles que a utilizam. Dentre essas substâncias utilizadas, encontra-se o cloro, agente oxidante que destrói ou inativa os organismos patogênicos, sendo que sua ação se realiza em temperatura ambiente e em tempo relativamente curto. A sua aplicação não demanda equipamentos sofisticados, e a determinação de sua concentração é realizada por metodologia

analítica simples. Além de o cloro ser relativamente seguro ao homem, nas dosagens utilizadas para desinfecção da água ele fornece um residual que evita contaminações após a água ter saído da Estação de Tratamento de Água (ETA).

Após a adoção de técnicas de tratamento da água como a filtração e a cloração, que são empregadas desde o início do século XX, a ocorrência de epidemias transmitidas por microrganismos presentes na água caiu a níveis muito baixos nos países que executam seus programas de saneamento, o que não se observa naqueles onde ainda há carência dessa medida (FARLAND; GIBB, 1993).

Matrizes ambientais¹⁹ como os esgotos domésticos, efluentes industriais e águas superficiais são complexas no que diz respeito à composição química. Os esgotos domésticos, por exemplo, apresentam elevadas concentrações de produtos de limpeza como detergentes e desinfetantes, fármacos, hormônios naturais e sintéticos, cafeína, colesterol, coprostanol. Recentemente, alguns hormônios como o 17- β -estradiol, estrona, estriol, etinilestradiol, e fármacos como o ibuprofeno, diclofenaco, naproxeno, eritromicina, porpanolol, tamoxifeno, paracetamol, cafeína e outros, foram detectados em amostras de esgoto doméstico tratado, em águas superficiais e subterrâneas e até mesmo em água potável (GHISELLI, 2006).

A avaliação desses contaminantes requer cada vez mais atenção, já que apresentam considerada toxicidade para alguns animais vertebrados como peixes, aves, répteis, anfíbios e mamíferos, muito embora ainda não estejam contemplados nas legislações ambientais vigentes, tanto brasileiras como internacionais. Vários desses compostos são classificados como produtos farmacêuticos e de higiene pessoal e/ou interferentes endócrinos e fazem parte dos chamados poluentes emergentes.

As modernas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) – aquelas que contemplam desde o tratamento preliminar até o tratamento secundário ou terciário – mostram ser eficientes na descontaminação microbiológica e na remoção de excessivas quantidades de nutrientes, os maiores responsáveis pelos processos de eutrofização de um determinado corpo aquático. Entretanto, dados publicados na literatura indicam

¹⁹ É o conjunto de variáveis e/ou indicadores que associados entre si buscam caracterizar a relação entre as funções ambientais e os impactos, tanto negativos como positivos ou neutros, do objeto em estudo.

que alguns compostos orgânicos de interesse ambiental recente, como os interferentes endócrinos (IE) e os produtos de farmacêuticos e de higiene pessoal (PFHP), não conseguem ser biodegradados ou eliminados completamente durante o tratamento. Em adição, quimioterápicos, antimicrobianos (antibióticos) e desinfetantes são supostamente considerados como sendo causadores de distúrbios ecológicos que alteram a composição e a densidade da biota em águas superficiais.

Os compostos farmacêuticos, em sua maioria, estão presentes na formulação de uma série de medicamentos, inclusive de uso veterinário, como os quimioterápicos antimicrobianos, analgésicos e anti-inflamatórios, reguladores lipídicos, antiepiléticos e contraceptivos orais que, após serem aplicados, são total ou parcialmente metabolizados e excretados pelo organismo. Diversos PFHP (e seus metabólitos), como o ácido clofíbrico, ácido acetilsalicílico, cafeína, ibuprofeno, diclofenaco, naproxeno, e ainda hormônios naturais e/ou sintéticos e produtos de limpeza como detergentes e desinfetantes, têm sido detectados em amostras de esgotos domésticos tratados, águas superficiais e, em alguns casos, águas potáveis de países como a Alemanha, Espanha, Canadá e EUA (GHISELLI, 2006). Porém, no Brasil, pouco se conhece sobre a origem, ocorrência e destino desses compostos no ambiente.

O desenvolvimento de tecnologias de tratamento de água, ocorrido na segunda metade do século 20, levou à aceitação da ideia de que os mananciais que recebem efluentes industriais e domésticos contendo micropoluentes sintéticos, orgânicos e inorgânicos, poderiam ser convenientemente tratados, permitindo a produção de água com qualidade segura. Independentemente dos níveis de poluição desses materiais, acreditava-se que os processos e operações unitárias de coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção seriam suficientes para tornar a água segura para abastecimento doméstico, eliminando os agentes etiológicos causadores das doenças de veiculação hídrica, que eram naquela época a principal preocupação de saúde pública associada ao abastecimento de água (WIECHETECK, 2005).

3.2.2 Riscos emergentes nas águas de abastecimento urbano

A evolução industrial introduziu na sociedade, no meio ambiente e nos corpos de água superficiais e subterrâneos milhares de compostos orgânicos e inorgânicos sintéticos, surgindo riscos de doenças que podem não aparecer de imediato, associadas à exposição muito baixa, por tempo prolongado, à micropoluentes, orgânicos e inorgânicos, que podem não ser removidos em sistemas convencionais de tratamento de água.

Os modelos de desenvolvimento adotados pelo homem para a agricultura, a pecuária, a indústria e os espaços urbanos não têm levado em conta, há muito tempo, o meio ambiente. Como resultado, diversos problemas ambientais surgem a cada momento, muitos deles praticamente irreversíveis e de extrema relevância. É o caso da expansão do uso de produtos químicos orgânicos sintéticos, com ênfase naquelas substâncias cuja toxicidade chega a afetar a saúde humana, especialmente no que diz respeito ao câncer e aos defeitos congênitos, assim como o bem-estar de organismos inferiores (GHISELLI; JARDIM, 2007).

O rápido aumento da urbanização e a crescente demanda por recursos hídricos disponíveis em lagos, rios e águas subterrâneas aumentam os riscos do consumo de água contaminada. Com isso, novas tecnologias de tratamento de água e a utilização de novos produtos químicos oxidantes - como o ozônio, o peróxido de hidrogênio, o dióxido de cloro e o permanganato de potássio, entre outros - têm sido propostas para a remoção de metais pesados e compostos orgânicos sintéticos e naturais, em substituição ao cloro. Contudo, alguns desses oxidantes apresentam custo elevado, sendo necessários mais estudos com relação ao seu custo-benefício tanto econômico como sanitário. O benefício oferecido pelo tratamento da água é indiscutível, não obstante a existência de um risco de dano à saúde humana advindo da exposição aos subprodutos gerados pelo processo de cloração.

Tominaga e Midio (1999) e Paschoalato (2005) explicam que os riscos relacionados ao processo de cloração da água estão muito mais associados aos seus subprodutos do que aos agentes utilizados. Normalmente existe grande número de compostos orgânicos na água bruta e estes podem reagir com o cloro livre durante os

processos de tratamento convencional da água, levando à formação de diversos subprodutos, entre os quais substâncias denominadas trialometanos (THMs).

Quando o cloro livre reage com a MON (matéria orgânica natural) são formados compostos orgânicos halogenados. Alguns fatores como o tipo e a concentração da MON, dosagem e forma de cloro aplicada, concentração de nitrogênio orgânico, pH, temperatura e outros, influem na formação de subprodutos halogenados. O nitrogênio orgânico influencia significativamente a formação de subprodutos como haloacetoneitrilas e halopicrinas.

Segundo a EPA (1999) (*Unites States Environmental Protection Agency/ Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos*) a formação de THMs aumenta com o aumento do pH da água clorada, ao contrário de alguns subprodutos como o ácido tricloroacético, o dicloroacetoneitrila e o tricloropropanona que diminuem com o aumento do pH. Stevens et al., (1989 apud Wiecheteck, 2005), relataram que há maior formação de THMs em pH = 9,4 do que em pH = 5,0. A formação de THMs está relacionada com o teor de carbono orgânico total e com a concentração de bromo na água, bem como o pH durante a cloração. No Quadro 5 estão agrupados os principais subprodutos que têm sido identificados nas águas potáveis, previamente cloradas. Dentre eles apenas os trialometanos possuem padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria 518/2004, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), que estabelece as normas de potabilidade para a água de consumo humano.

QUADRO 5 – PRINCIPAIS SUBPRODUTOS DECORRENTES DA CLORAÇÃO DA ÁGUA

TRIALOMETANOS (THMs)	CLOROFÓRMIO, BROMODICLOROMETANO, DIBROMOCLOROMETANO E BROMOFÓRMIO
ÁCIDOS HALOACÉTICOS:	ÁCIDO MONOCLOROACÉTICO, ÁCIDO DICLOROACÉTICO, ÁCIDO TRICLOROACÉTICO, ÁCIDO MONOBROACÉTICO, ÁCIDO DIBROMOACÉTICO E ÁCIDO BROMOCLOROACÉTICO
HALOACETONITRILAS	DICLOROACETONITRILA, TRICLOROACETONITRILA, DIBROACETONITRILA, TRIBROMOACETONITRILA E BROMOCLOROACETONITRILA
HALETOS DE CIANOGENÍCOS	CLORETO DE CIANOGENÍO E BROMETO CIANOGENÍO
HALOPICRINAS	CLOROPICRINA, BROMOPICRINA;
HALOCETONAS	1,1-DICLOROPROPANONA, 1,1,1-TRICLOROPROPANONA, 1,1-DICLORO-2-BUTANONA, 3,3-DICLORO-2-BUTANONA, 1,1,1-TRICLORO-2-BUTANONA
HALOALDEÍDOS	1 DICLOROACETALDEÍDO, TRICLOROACETALDEÍDO;
HALOFENÓIS	2-CLOROFENOL, 2,4-DICLOROFENOL, 2,4,6-TRICLOROFENOL
	[3-CLORO-4-(DICLOROMETIL)-5-HIDROXI-2(5H)-FURANONA]

Fonte: Senger (1993) apud Tominaga; Midio (1999).

Dentre os processos alternativos de desinfecção da água que evitam a formação dos THMs, estão aqueles que não utilizam cloro livre, tais como: cloraminas (cloro combinado), dióxido de cloro, ozonização e radiação ultravioleta. Entretanto, estes podem levar à formação de outros subprodutos, conforme o teor de matéria orgânica presente na água, sendo que seus efeitos sobre a saúde humana ainda não foram completamente avaliados. Podem ser indicados como exemplo os ácidos haloacéticos que não são citados na portarias que estabelecem os padrões de potabilidade para as águas de consumo humano (TOMINAGA; MIDIO, 1999).

Existem vários estudos realizados para avaliação da toxicidade dos THMs, que compõem a revisão bibliográfica realizada por Tominaga e Midio (1999). Em Paschoalato encontramos que, em 1982, Cantor publicou uma pesquisa sobre a evidência epidemiológica da carcinogenicidade dos organoclorados em água potável, na qual chega à conclusão de que existe uma correlação positiva de que o risco aumenta com o número de anos de exposição do ser humano, devendo haver controle dos níveis dos subprodutos da cloração e de outros contaminantes orgânicos na água potável. Para esse autor existe uma correlação positiva dos trialometanos com vários tipos de câncer, incluindo o câncer de bexiga e de cérebro.

Perry e Vanderklein (1996), em seu livro *Water quality: management of a natural resource*, no capítulo que trata dos aspectos químicos e analíticos das substâncias envolvidas

no ciclo da água, fazem um estudo sobre os THMs - que consideram como poluentes - e apresentam os níveis permitidos em águas potáveis da Alemanha ($25\mu\text{gL}^{-1}$), Canadá ($350\mu\text{gL}^{-1}$) e Holanda ($75\mu\text{gL}^{-1}$).

No Brasil, a Portaria nº36, do Ministério da Saúde passa a vigorar a partir de 1990, considerando entre os componentes orgânicos que afetam a saúde, também os trihalometanos, cujo valor máximo permitido foi limitado a $100\mu\text{gL}^{-1}$, com a seguinte observação: “Sujeito a revisão em função de estudos toxicológicos em andamento; a remoção ou prevenção não deverá prejudicar a eficiência da desinfecção”. Em 29 de dezembro de 2000, a publicação da Portaria nº 1469, também do Ministério da Saúde estabelece padrões de qualidade para a água de consumo humano; dos componentes orgânicos que afetam a saúde, cita também $100\mu\text{gL}^{-1}$ como valor máximo permissível de concentração de trihalometanos presentes na água. Determina ainda que esses componentes tenham análise obrigatória, seguindo um plano de amostragem em função da população a ser abastecida. Atualmente, a Portaria nº518, (Anexo 1) em vigor desde 25 de março de 2004, mantém como valor máximo $100\mu\text{gL}^{-1}$.

Os THMs são rapidamente absorvidos pelo trato gastrintestinal. O clorofórmio, após administração pela via oral, é rapidamente e quase completamente absorvido (tanto em animais de experimentação como no homem). A concentração sanguínea máxima de clorofórmio marcado (C^{12} ou C^{13}) é atingida dentro de uma hora a 1h30 min após a ingestão (TOMINAGA; MIDIO, 1999).

Na exposição humana por inalação, 60 a 80% de toda a quantidade de clorofórmio inalada é absorvida. Os estudos experimentais realizados por Bloemen (apud TOMINAGA; MIDIO, 1999), indicam que a exposição ao clorofórmio, por inalação, por 8 minutos (durante um banho de ducha) pode ser até seis vezes maior do que pela ingestão da mesma água durante um período de 24 horas.

Desde a descoberta inicial dos THMs, muitas coletas de dados têm sido realizadas, e tornou-se claro que eles são apenas alguns dos subprodutos da cloração. Entretanto, como aparecem em concentrações maiores que os demais, sua presença pode funcionar como um indicador da existência dessas substâncias. Portanto, o controle dos THMs na água de abastecimento poderia auxiliar a reduzir os níveis de outros compostos originários da cloração.

Vários estudos epidemiológicos, particularmente nos Estados Unidos, têm sido feitos para avaliar a presença das referidas substâncias orgânicas na água e sua correlação com o

câncer, mas até o momento se aceita a teoria de que existe uma alta probabilidade de relação entre câncer de bexiga, cólon e reto e a exposição a esses compostos presentes na água. No entanto, a controvérsia que cerca a formação dos THMs é cientificamente complexa, sendo muito difícil de calcular as concentrações consideradas seguras. Assim, os limites máximos permitidos, citados na legislação de muitos países, estão sendo baseados em dados incompletos e dentro do possível para cada país, uma vez que o custo necessário para aumentar a eficiência do tratamento na remoção desses compostos e/ou de seus precursores é elevado (TOMINAGA; MIDIO, 1999; PASCHOALATO, 2005).

Se, por um lado, os subprodutos gerados nos processos de desinfecção da água pelo cloro são apontados como prejudiciais à saúde e o desenvolvimento tecnológico e científico propõe alternativas para a sua substituição, por outro, existe uma outra classe de substâncias químicas que têm se apresentado resistentes tanto ao tratamento convencional da água quanto ao de efluentes. São os disruptores endócrinos, desreguladores endócrinos ou interferentes endócrinos (burladores, fraudadores), agentes químicos que dificultam a reprodução dos adultos e ameaçam com graves perigos seus descendentes em fase de desenvolvimento (SANTAMARTA, 2001).

3.2.3 Os interferentes endócrinos

Uma variedade de termos tem sido proposta para designar um interferente endócrino (IE). Contudo, para todos eles existe um denominador comum: trata-se de uma substância química que pode interferir no funcionamento natural do sistema endócrino de espécies animais, incluindo os seres humanos. Tal substância pode ser de origem antrópica, também denominada xenoestrogênio, ou de origem natural, como os fitoestrogênios, por exemplo (GHISELLI; JARDIM 2007).

Os IE não são venenos clássicos, nem carcinogênicos típicos; eles interferem no sistema hormonal, sabotando as comunicações e alterando os mensageiros químicos que se movem, permanentemente, dentro do nosso corpo. A ciência os descreve como sendo uma substância ou mistura química exógena que altera uma ou mais funções do sistema endócrino, constituído por diversas glândulas. Podem ser naturais ou sintéticos. Os hormônios naturais, que incluem o estrogênio, a progesterona e a testosterona, estão presentes no corpo humano e nos animais. Já os compostos sintéticos incluem os hormônios idênticos aos naturais, fabricados pelo homem e utilizados como contraceptivos orais ou aditivos na alimentação

animal, e os xenoestrogênios, produzidos para a utilização nas indústrias, na agricultura e para os bens de consumo. Estão incluídos nessa categoria os pesticidas e aditivos plásticos (LEVY, 2006). Essas substâncias são encontradas no meio ambiente em concentrações da ordem de μgL^{-1} e ngL^{-1} e são suspeitas de causarem efeitos adversos à saúde humana e animal.

Desde o início do século passado já existiam hipóteses prevendo alterações no funcionamento do sistema endócrino de algumas espécies animais expostas a determinadas substâncias químicas tóxicas que foram relatadas em extensa bibliografia publicada a partir da década de 90 e estiveram presentes em vários congressos e reuniões científicas demonstrando sua atualidade e importância do mesmo (COLBORN; CLEMENT, 1992; COLBORN; SAAL; SOTO, 1993, 1996; DAVIS et al., 1993; DAVIS; BRADLOW, 1995; SHARPE; SKAKKEBAEK, 1993; WOLFF et al., 1993; BIRNBAUM, 1994; KELCE et al., 1994; MAKELA et al., 1994; PURDOM et al., 1994; ROLLAND; GILBERTSON; COLBORN., 1995; MCLACHLAN; KORACH, 1995; UBA, 1995; KAVLOCK et al, 1996; EPA, 1997; JETOC, 1997; CARMICHEL, 1998; IPCS, 1998; IPCS/OECD, 1998). Porém só recentemente a questão vem recebendo atenção por parte da comunidade científica, devido principalmente ao número crescente de publicações que relatam o aumento da incidência de disfunções no sistema endócrino de seres humanos (incluindo infertilidade masculina) e, mais significativamente, efeitos fisiológicos adversos observados em espécies animais para as quais a relação causa/efeito é mais evidente. De fato, as evidências observadas em estudos envolvendo moluscos, crustáceos, peixes, répteis, pássaros e alguns mamíferos têm sugerido que possíveis alterações de saúde humana envolvendo o sistema reprodutivo, tais como o câncer de mama e de testículo, podem estar relacionadas à exposição a essas substâncias.

A EPA (1997), em maio de 1997, através de seu comitê consultivo responsável pela avaliação e diagnóstico de IE, propôs uma definição com maior detalhamento que considerava também a ampla diversidade de mecanismos envolvidos nas disfunções do sistema endócrino. O IE foi descrito como uma substância ou mistura química exógena que altera uma ou mais funções do sistema endócrino, bem como a sua estrutura, causando efeitos adversos tanto sobre um organismo e sua descendência, como em populações ou sub-populações de organismos, tendo como base estudos científicos, dados, evidências de peso e princípios de precaução.

Segundo alguns pesquisadores da última década, como Santos et al., (2005), Ghiselli, (2006); Queiroz e Waissmann, (2006); Reis Filho; Araújo e Vieira, (2006); Bila e Dezotti

(2007); e Sodré et al., (2007); um interferente endócrino pode ser definido com base nos seus efeitos, ou seja, trata-se de uma substância química que, mesmo presente em concentração extremamente baixa, é capaz de interferir no funcionamento natural do sistema endócrino causando câncer, prejudicando os sistemas reprodutivos (queda na produção de espermatozóide) e causando outros efeitos adversos. Tais substâncias são mundialmente denominadas *endocrine disruptors* (EDs) ou *endocrine disrupting compounds or chemicals* (EDCs).

No Brasil, por haver poucos pesquisadores trabalhando com essa problemática, a tradução de tal termo tem gerado algumas denominações diferentes, como por exemplo: “perturbadores endócrinos”, “disruptivos ou disruptores endócrinos”, “desreguladores endócrinos”²⁰, “interferentes endócrinos”, “estrogênios ambientais” entre outras (GHISELLI, 2006). Embora a tradução exata para a palavra *disrupt* seja desfazer, perturbar, interromper, optou-se, nesse trabalho, por adotar o termo “interferente endócrino” para fazer referência às substâncias, já que elas interferem no funcionamento natural do sistema endócrino de espécies animais, ou o alteram, de alguma forma.

A evidência dos possíveis efeitos dos IE em seres humanos, em grande parte, foi obtida a partir da experiência envolvendo mulheres grávidas medicadas com estrogênio sintético dietilestilbestrol (DES), prescrito para evitar o aborto espontâneo, promover o crescimento do feto e a produção de leite após o nascimento dos bebês. Em outras situações, o medicamento foi prescrito para aliviar alguns sintomas do climatério, para tratar acne, câncer de próstata, gonorréia em crianças e, até mesmo, por mais de 30 anos, para travar o crescimento em meninas adolescentes que estavam crescendo além da altura da moda. Muitas das filhas dessas mulheres são hoje estéreis, enquanto uma pequena parcela tem desenvolvido um tipo raro de câncer vaginal. Os homens adultos mostram uma maior incidência de anormalidades em seus órgãos sexuais, apresentam contagem média de espermatozóide diminuída e podem sofrer um risco maior de desenvolver câncer de testículos (COLBORN; DUMANOSKI; MYERS, 2002).

²⁰O Caderno de Saúde Pública (v.18, n.2. Mar/Abr) de 2002, foi um número especial dedicado ao tema dos interferentes endócrinos, com artigos de pesquisadores da América Latina, Europa, América do Norte e Japão que teve por objetivo contribuir para a discussão sobre essas substâncias e seu impacto sobre a saúde pública. Nesta edição o termo desreguladores endócrinos foi utilizado em cinco revisões, seis artigos, quatro textos de opinião e em duas notas de resenhas. Talvez querendo mostrar uma tendência em se adotar esta denominação.

O interesse público, sobre essa nova ameaça à saúde de espécies animais, incluindo os seres humanos, ocorreu principalmente após a publicação por Colborn, Dumanoski e Myers do livro *Our Stolen Future* (O Futuro Roubado), em 1996.

Muitos interferentes endócrinos listados por algumas organizações como a EPA, a Agência Ambiental do Reino Unido – UKEA, a Agência Ambiental do Japão – JEA e a Comissão de Paris e Oslo – OSPAR, também estão classificados numa série de grupos de compostos orgânicos potencialmente tóxicos, tais como os micropoluentes orgânicos, substâncias tóxicas persistentes (STP), poluentes orgânicos persistentes (POP), poluentes emergentes, dentre outros. A União Européia, com base em seus estudos, também elaborou um relatório contendo uma vasta lista de compostos suspeitos de interferir no sistema endócrino, tanto de seres humanos como de diferentes espécies animais. Foram identificadas 118 substâncias, das quais 12 são consideradas prioritárias para a condução de estudos mais detalhados. São elas: dissulfeto de carbono, orto-fenilfenol, difenil éter tetrabromato, 4-cloro-3-metilfenol, resorcino, 2,4-diclorofenol, 2,2-bis (4-(2,3-epoxipropoxi)fenil) propano, 4-nitrotolueno, 4-octilfenol, etinilestradiol, estrona e estradiol (GHISELLI, 2006).

Apesar de alguns estudos científicos há mais de 20 anos já apresentarem relatos, da ocorrência no meio ambiente de algumas substâncias classificadas como IE, apenas nos últimos 10 anos, conforme foi afirmado anteriormente, é que pesquisas nessa área começaram a ser intensificadas, principalmente nos países europeus e EUA. Os pesquisadores visam, geralmente, não apenas a determinação analítica dos IE nos mais variados compartimentos ambientais e a identificação de suas principais fontes, como também buscam desenvolver procedimentos analíticos que permitam avaliar os mecanismos de ação dessas substâncias no sistema endócrino de animais, incluindo os seres humanos. Contudo, esses estudos de toxicidade representam, ainda, uma pequena parcela dos trabalhos publicados (GHISELLI, 2006) frente aos inúmeros estudos e ações que vêm sendo desenvolvidos para a validação de procedimentos referentes à determinação dessas substâncias em amostras ambientais como água superficial, água potável e esgoto doméstico tratado.

Os equipamentos utilizados nessas determinações são, em geral, bastante sofisticados e apresentam elevada detectabilidade, enquanto que os procedimentos de extração, concentração e quantificação dos produtos farmacêuticos e de higiene pessoal e dos possíveis interferentes endócrinos são bastante minuciosos. Dentre os métodos modernos de análise, a cromatografia gasosa ocupa um lugar de grande destaque devido à facilidade em efetuar a

separação, identificação e quantificação das mais diferentes espécies químicas, por si mesma ou em conjunto com outras técnicas instrumentais de análise como a espectrometria de massas (SODRÉ et al, 2007).

Colborn, Dumanoski e Myers (2002), expõem em sua obra, que durante milênios nosso organismo sofreu a ação e se adaptou aos IE naturais, comumente encontrados em vegetais, cereais, plantas, temperos e frutas, tais como maçãs, cerejas, ameixas, batatas, cenouras, ervilhas, soja, feijão, salsa, alho, trigo, aveia, centeio e cevada. Contudo, esses IE não conseguem se acumular no nosso corpo e são excretados de forma natural. Mas isso não ocorre em produtos químicos que mimetizam os hormônios do nosso corpo, pois tais produtos se acumulam em tecidos gordurosos, não são eliminados e passam a agir como se fossem os hormônios segregados pelas glândulas, “tomando” o seu lugar e alterando o funcionamento do corpo humano.

De acordo com Ghiselli (2006) a maioria dos estudos ecotoxicológicos realizados até o momento mostram que as glândulas mais afetadas pelos interferentes endócrinos estão relacionadas aos sistemas reprodutivo masculino (testículos) e feminino (ovários). “Evidências observadas em moluscos, crustáceos, peixes, répteis, pássaros e alguns mamíferos têm sugerido que possíveis alterações de saúde humana envolvendo o sistema reprodutivo, tais como o câncer de mama e de testículo, podem estar relacionadas à exposição a estas substâncias”.

Nos homens, pesquisas mostram a redução drástica do número de espermatozóides no sêmen, sendo que o sinal mais preocupante de que os IE podem já ter cobrado um alto preço se encontra nos relatórios que indicam que a quantidade e mobilidade dos espermatozóides dos homens caíram significativamente nos últimos cinquenta anos. O estudo inicial, realizado por uma equipe da Dinamarca, liderada pelo doutor Niels Skakkebaek e publicado no *British Medical Journal*, em setembro de 1992, descobriu que a quantidade média de espermatozóides masculinos havia caído 45%, de uma média de 113 milhões por mililitro de sêmen, em 1940, para apenas 66 milhões por ml, em 1990. Ao mesmo tempo, o volume de sêmen ejaculado havia caído 25%, razão pela qual a queda real na quantidade de espermatozóides havia sido de 50%. Durante esse período, havia triplicado o número de homens que tinham quantidades extremamente baixas de espermatozóides, da ordem de 20 milhões/ml (SANTAMARTA, 2001). Esse trabalho levantou dados de 1938 até 1990 em 61

estudos, envolvendo quase quinze mil homens em vinte países das Américas do Norte e do Sul, Europa, Ásia, África e Austrália.

A conclusão que a equipe do Dr. Skakkebaek aponta é que não poderia ter ocorrido uma queda tão brusca na qualidade e na contagem de esperma dos homens explicável apenas por problemas genéticos, mas que poderia ter sido provocada por mudanças nos hábitos de vida, no ambiente em que esses homens estavam, ou por fatores ambientais.

Posições céticas não tardaram a surgir, em relação aos dados apresentados pela pesquisa do Dr. Skakkebaek. Contudo, alguns dos céticos resolveram conduzir estudos independentes sobre o tema e chegaram ao mesmo resultado. Um desses estudos pesquisou o esperma de 5.440 homens na França, Bélgica e Escócia, chegando à mesma conclusão: a causa era determinada por fatores ambientais, porém veio acompanhada de uma nova afirmativa, a de que quanto mais jovens eram os homens estudados, maior era o número de anomalias observadas nos espermatozóides e menor a sua contagem (COLBORN; DUMANOSKI; MYERS, 2002; TOPPARI; HAAVISTO; ALAMEN, 2002).

Na Espanha, passou-se de uma média de 336 milhões de espermatozóides por ejaculação, em 1977, para 258 milhões, em 1995. Essa queda ameaça a capacidade fertilizadora masculina. Se continuar essa tendência de queda, dentro de 50 anos os homens poderão ser incapazes de se reproduzir de forma natural, tendo que depender de técnicas de inseminação artificial ou de fecundação *in vitro*.

Outra causa de grande preocupação é a crescente frequência de anormalidades genitais em crianças, como: testículos não descendidos (criptorquidia), pênis sumariamente pequenos, além de hipospadias, um efeito no qual a uretra que transporta a urina não se prolonga até o final do pênis.

Alguns estudos com animais indicam que a exposição a substâncias químicas hormonalmente ativas, durante o período pré-natal ou na idade adulta, aumenta a vulnerabilidade a tipos de câncer sensíveis aos hormônios, como os tumores malignos na mama, próstata, ovários e útero.

A exposição pré-natal a substâncias químicas imitadoras de hormônios pode estar exacerbando também o problema médico mais comum que afeta os homens ao envelhecer: o crescimento doloroso da glândula prostática (próstata), que dificulta a excreção da urina e, frequentemente, requer intervenção cirúrgica. Nos países ocidentais, 80% dos homens

apresentam sinais dessa enfermidade aos 70 anos, e 45% dos homens sofrem um grave crescimento da próstata. Nas últimas décadas, ocorreu um espetacular aumento dessa doença.

Estudos com animais sugerem, também, uma vinculação entre as substâncias químicas interferentes endócrinos e vários problemas de reprodução nas mulheres, especialmente abortos, gestações ectópicas e endometriose, uma doença na qual o tecido que normalmente recobre o útero se move, misteriosamente, para o abdômen, ovários, vagina ou para o intestino, provocando crescimentos que causam dor, abundantes hemorragias, infertilidade e outros problemas. No início do século XX, a endometriose era uma doença quase desconhecida. Hoje em dia, ela afeta cinco milhões de mulheres americanas.

Mas a tendência sanitária mais alarmante, especialmente para as mulheres, é a crescente taxa de câncer da mama, que é o câncer feminino mais comum. Desde 1940, nos primórdios da química, as mortes por câncer de seio aumentaram nos Estados Unidos em um por cento ao ano, e sabe-se de aumentos semelhantes em outros países industrializados (COLBORN; DUMANOSKI; MYERS, 2002; TOPPARI; HAAVISTO; ALAMEN, 2002).

O Sistema Endócrino

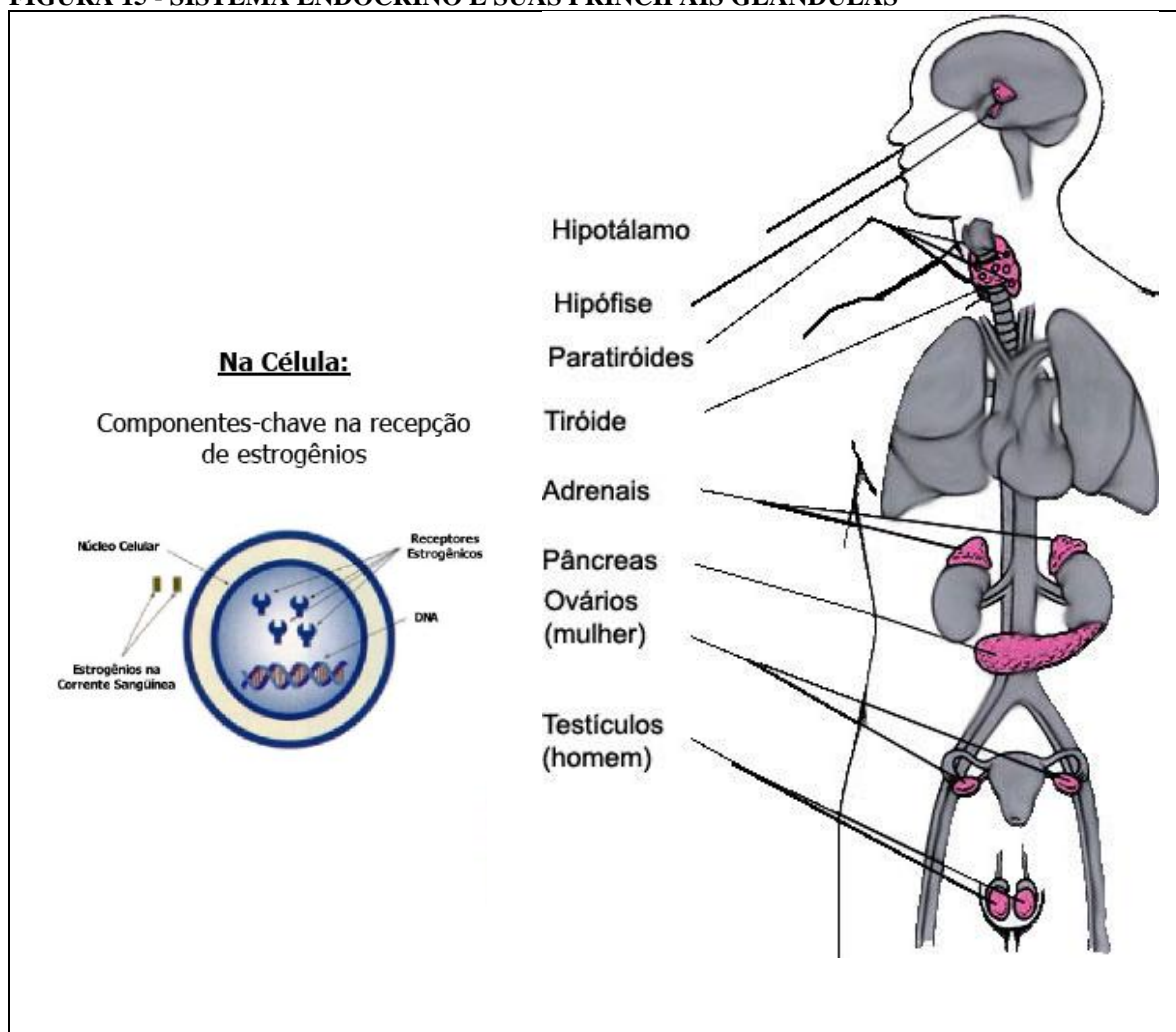
O sistema endócrino é um mecanismo complexo que coordena e regula a comunicação entre as células, constituído por combinações de glândulas e hormônios, sendo responsável pelas funções biológicas normais, como reprodução, desenvolvimento embrionário, crescimento e metabolismo. É constituído por um conjunto de glândulas localizadas em diferentes áreas do corpo como a tireóide, as gônadas e as glândulas supra-renais, e pelos hormônios por elas sintetizados tais como a tiroxina, os estrogênios e progestagênios, a testosterona e a adrenalina, conforme mostra a Figura 15.

Os hormônios são mensageiros químicos (substâncias) produzidos e secretados pelas glândulas endócrinas e que, lançados na corrente sanguínea, coordenam o funcionamento do organismo como um todo (atividade de órgãos completos, níveis de sais, açúcares e líquidos no sangue, uso e armazenamento de energia, crescimento e desenvolvimento de um determinado organismo, sua reprodução, suas características sexuais, etc.) (RAPHAEL, 2002).

Os testículos são os responsáveis pela produção de espermatozóides e andrôgenios, os hormônios sexuais masculinos. Os espermatozóides são produzidos durante toda a vida e, quando não são liberados, morrem e são reabsorvidos pelo organismo. A formação dos

espermatozoides é controlada pelo hormônio folículo estimulante (FSH), hormônio luteinizante (LH) e pela testosterona, principal androgênio. Ela é responsável pelo desenvolvimento do órgão reprodutor masculino, desde a gestação, além de aumentar a síntese de proteínas, especialmente nos músculos, e contribuir com as funções anabólicas (GHISELLI, 2006).

FIGURA 15 - SISTEMA ENDÓCRINO E SUAS PRINCIPAIS GLÂNDULAS



Fonte: adaptado de Trussel (2001) e Manual Merck (2009).

Os ovários são responsáveis por produzir e expelir o óvulo, após o seu amadurecimento. Também produzem hormônios sexuais, regulam a ovulação e a menstruação, garantem a manutenção da gravidez e são os responsáveis pelo desenvolvimento dos caracteres sexuais femininos, influenciando no crescimento dos órgãos reprodutivos. O ciclo menstrual é controlado por quatro hormônios: o hormônio estimulador do folículo (FSH), o hormônio luteinizante (LH), os estrogênios (como o estradiol, que estimula o

desenvolvimento do endométrio e influência a libido), e a progesterona, essencial para o desenvolvimento do embrião (placenta e glândulas mamária) (GHISELLI, 2006).

Os hormônios sexuais são produzidos a partir do colesterol e podem ser classificados em três grupos principais: hormônios sexuais femininos, ou estrógenos; hormônios sexuais masculinos, ou andrógenos; e hormônios da gravidez, ou progestógenos. Dentre os hormônios sexuais, os estrógenos vêm recebendo maior atenção por serem compostos extremamente ativos biologicamente e estão relacionados à etiologia de vários tipos de cânceres. Os estrógenos naturais 17 β -estradiol (E_2), estriol (E_3), estrona (E_1) e o sintético 17 α -etinilestradiol (EE_2), desenvolvido para uso médico em terapias de reposição e métodos contraceptivos, são os que despertam maior preocupação, tanto pela potência como pela quantidade contínua introduzida no ambiente. Esses hormônios possuem a melhor conformação reconhecida pelos receptores e, diante disso, resultam em respostas máximas, sendo considerados como responsáveis pela maioria dos efeitos disruptores desencadeados pela disposição de efluentes (SOLOMON; SCHETTLER, 2000.; DOS REYS, 2001.; GRAY, 2000 apud REIS FILHO; ARAUJO; VIEIRA, 2006).

No Quadro 6 estão relacionados os principais hormônios que são produzidos pelos órgãos que compõem o sistema endócrino.

QUADRO 6 – PRINCIPAIS HORMÔNIOS RELACIONADOS COM O SISTEMA ENDÓCRINO

Hormônio	Onde é Produzido	Função
Aldosterona	Adrenais	Ajuda na regulação do equilíbrio do sal e da água através de sua retenção e da excreção do potássio
Hormônio antidiurético (vasopressina)	Hipófise	Faz com que os rins retenham água e, juntamente com aldosterona, ajuda no controle da pressão arterial
Corticosteróide	Adrenais	Produz efeitos disseminados por todo o organismo; em especial, tem uma ação antiinflamatória; mantém a concentração sérica de açúcar, a pressão arterial e a força muscular; auxilia no controle do equilíbrio do sal e da água
Corticotropina	Hipófise	Controla a produção e a secreção de hormônios do córtex adrenal
Estrogênios	Ovários	Controlam o desenvolvimento das características sexuais e do sistema reprodutivo femininos
Glucagon	Pâncreas	Aumenta a concentração sérica de açúcar
Hormônio do crescimento	Hipófise	Controla o crescimento e o desenvolvimento; promove a produção de proteínas
Insulina	Pâncreas	Reduz a concentração sérica de açúcar; afeta o metabolismo da glicose, das proteínas e das gorduras em todo corpo

Hormônio	Onde é Produzido	Função
Hormônio luteinizante e hormônio folículoestimulante	Hipófise	Controlam as funções reprodutoras, como a produção de espermatozóides e de sêmen, a maturação dos óvulos e os ciclos menstruais; controlam as características sexuais masculinas e femininas (p.ex., a distribuição dos pêlos, a formação dos músculos, a textura e a espessura da pele, a voz e, talvez, os traços da personalidade)
Ocitocina	Hipófise	Produz contração da musculatura uterina e dos condutos das glândulas mamárias
Paratormônio (hormônio paratireoideo)	Paratireóides	Controla a formação óssea e a excreção do cálcio e do fósforo
Progesterona	Ovários	Prepara o revestimento do útero para a implantação de um ovo fertilizado e prepara as glândulas mamárias para a secreção de leite
Prolactina	Hipófise	Inicia e mantém a produção de leite das glândulas mamárias
Hormônio tireoidiano	Tireóide	Regula o crescimento, a maturação e a velocidade do metabolismo
Hormônio estimulante da tireóide	Hipófise	Estimula a produção e a secreção de hormônios pela tireóide

Fonte: Manual Merck (2009)

Com base em revisões bibliográficas, esses mesmos autores (REIS FILHO; ARAÚJO; VIEIRA, 2006) colocam que os hormônios excretados através da urina e fezes seguem para a rede coletora, adentrando depois no ambiente. O lançamento de efluentes *in natura* ou mesmo processados é a principal via de contaminação do ambiente aquático, seja pelo déficit de infraestrutura em saneamento, seja pela ineficiência (tecnológica e/ou operacional) das estações de tratamento. Apesar de possuírem meia-vida relativamente curta quando comparados a outros compostos orgânicos (como alguns pesticidas), os estrógenos naturais são continuamente introduzidos no ambiente (Tabela 3), o que lhes concede um caráter de persistência. Estudos relatam que até 40% das doses ministradas de estrógenos sintéticos podem ser disponibilizadas para o ambiente.

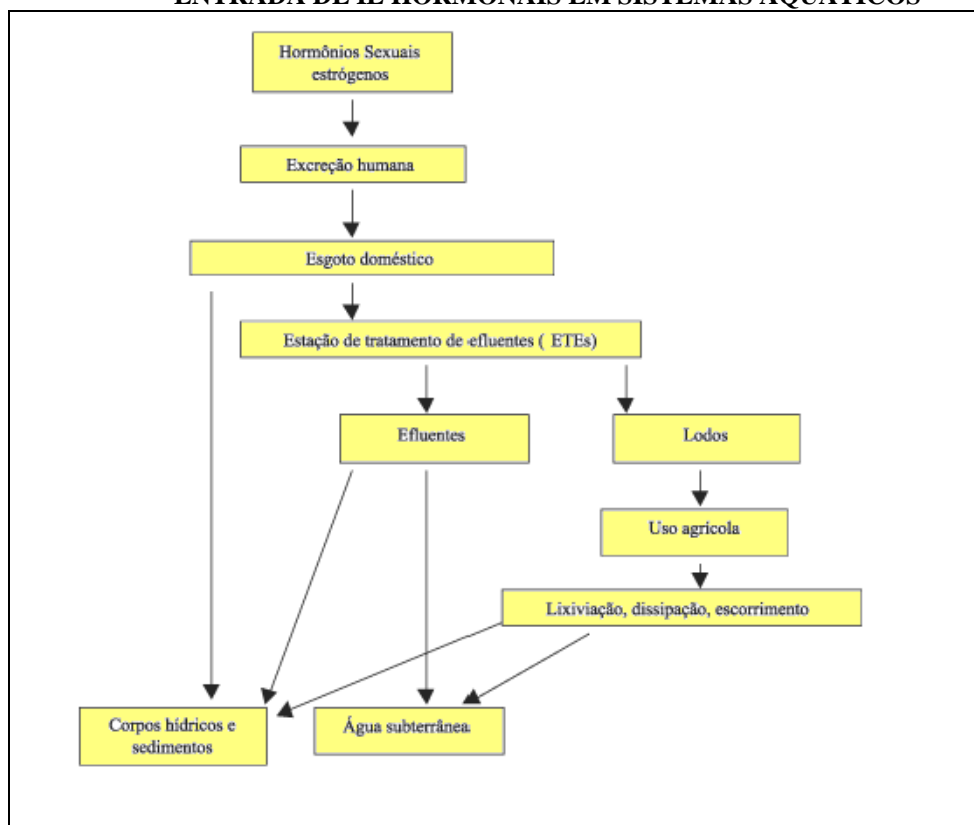
TABELA 3 – QUANTIDADE MÉDIA DE ESTRÓGENOS DIARIAMENTE EXCRETADA NA URINA DE HUMANOS.

Estrógeno	Excreção ♂ (µg/24 h)	Excreção ♀ Menstruação (µg/24 h)	Excreção ♀ Gravidez (µg/24 h)	Excreção ♀ Menopausa (µg/24 h)
17 β – Estradiol	1,6	3,5	259	2,3
Estrona	3,9	8,0	600	4,0
Estriol	1,5	4,8	6000	1,0

Fonte: adaptada de Johnson, Belfroid, Di Corcia (2000).

Embora grande parte dos estrógenos seja metabolizada e excretada na forma inativa, conjugada com glicuronídeos e sulfatos, a ação de enzimas produzidas por bactérias comumente encontradas em áreas de despejo de efluentes prontamente os biotransformam em compostos biologicamente ativos e passíveis de desencadear efeitos deletérios. A Figura 16 exemplifica o modo de entrada destes contaminantes para os ecossistemas.

FIGURA 16 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA PRINCIPAL VIA DE ENTRADA DE IE HORMONAIIS EM SISTEMAS AQUÁTICOS



Fonte: adaptada de Velagaletti (2000) apud Reis filho; Araújo e Vieira, 2006.

O destino dos estrógenos no ambiente depende de suas características físicas e químicas e das propriedades do meio receptor. As inúmeras variáveis que atuam em conjunto no ambiente aquático, como temperatura, turbidez, pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido, radiação, matéria orgânica e concentração de diversas outras substâncias, tornam bastante complexa a tarefa de modelar o comportamento desses compostos.

Mecanismos de ação dos IE

Os hormônios iniciam a sua ação através de sua ligação a um receptor específico, no interior de uma célula. O complexo resultante liga-se a regiões específicas do DNA presente

no núcleo da célula, o que determina a ação dos genes. Certos compostos químicos podem também se ligar ao receptor hormonal e, conseqüentemente, mimetizar ou bloquear a ação do próprio hormônio (LINTELMANN ET AL, 2003).

Reis Filho; Araújo e Vieira (2006) e Lintelmann et al.(2003), expõem que após complexos processos bioquímicos em cadeia, o hipotálamo secreta hormônios que controlam a liberação de outros hormônios pela glândula pituitária. Essas glicoproteínas, por sua vez, induzem a síntese e a atividade de hormônios de tecidos específicos presentes nas glândulas internas. Os hormônios produzidos nessas glândulas são transportados pela corrente sanguínea até tecidos-alvo, iniciando uma mudança na atividade celular dos seus receptores. Tal mudança de atividade é transmitida por vários caminhos, através da membrana plasmática, dependendo do tipo de hormônio. Esses diferentes processos fisiológicos (em cascata e independentes) são controlados por mecanismos complexos como os de *feedback*, que são ativados ou desativados de acordo com os níveis de hormônios encontrados no organismo. Por exemplo, quando a concentração de um determinado hormônio no organismo é elevada, o caminho que leva à sua produção é conseqüentemente, desativado. Embora muitos desses caminhos possam ser influenciados por estimulações externas ao organismo, a grande maioria dos distúrbios endócrinos observados e explicados até o momento é atribuída ao funcionamento das gônadas, responsáveis pelas características sexuais secundárias e pelo desenvolvimento e funcionamento dos órgãos sexuais.

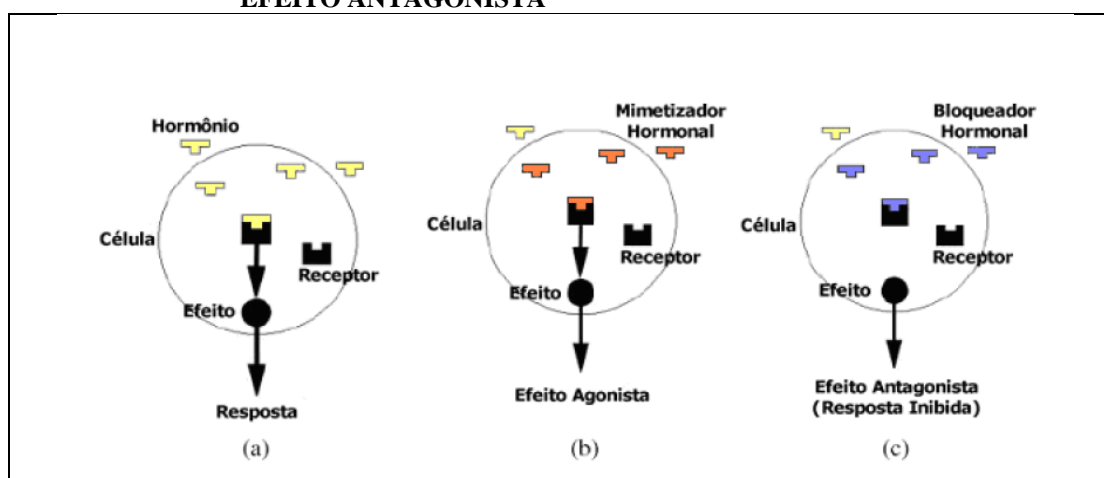
Um receptor hormonal possui elevada sensibilidade e afinidade por um hormônio específico, produzido no organismo. Por isso, concentrações extremamente baixas de um determinado hormônio geram um efeito, produzindo uma resposta natural (Figura 14 a). Entretanto, esses receptores hormonais também podem se ligar a outras substâncias químicas. Isso explica o porquê de determinados interferentes endócrinos presentes no organismo, mesmo em baixíssimas concentrações, serem capazes de gerar um efeito, provocando conseqüentemente uma resposta (BIRKETT; LETTER, 2003; LINTELMANN et al., 2003).

Ghiselli e Jardim (2007) relatam que a alteração no sistema endócrino ocorre quando o interferente endócrino interage com os receptores hormonais, modificando a sua resposta natural. Dois processos distintos podem ser desencadeados (Figuras 14b e 14c). A substância química pode se ligar ao receptor hormonal e produzir uma resposta, atuando então como um mimetizador, ou seja, imitando a ação de um determinado hormônio. Esse processo é denominado de efeito agonista (Figura 14 b). Se a substância química se ligar ao receptor mas

nenhuma resposta for produzida, ela estará agindo como um bloqueador, ou seja, estará impedindo a interação entre um hormônio natural e seu respectivo receptor. Esse processo é denominado de efeito antagonista (Figura 17 c).

Outros efeitos que podem ocorrer no sistema endócrino são alterações na síntese e na remoção dos hormônios de seus respectivos receptores e, ainda, interações com sistemas multi-hormonais. Como se pode perceber, os processos aqui envolvidos são complexos e por esse motivo ainda não foram completamente elucidados.

FIGURA 17 - DISFUNÇÕES ENDÓCRINAS: (a) RESPOSTA NATURAL; (b) EFEITO AGONISTA; (c) EFEITO ANTAGONISTA



Fonte: Birkett e Letter, 2003

Muitos interferentes endócrinos competem com o estradiol (hormônio sexual feminino produzido naturalmente pelo organismo) pelos receptores de estrogênio. Outros competem com a diidrotestosterona (hormônio sexual masculino produzido naturalmente pelo organismo) pelos receptores de androgênio. Portanto, essas substâncias exercem efeitos de feminização ou masculinização sobre o sistema endócrino. Substâncias que produzem efeitos de feminização são conhecidas como estrogênicas, enquanto que as que produzem efeitos de masculinização são conhecidas como androgênicas. Portanto, se uma substância é considerada antiandrogênica como a flutamida, ela certamente inibirá a ação biológica dos androgênios, ligando-se e, conseqüentemente, inativando os receptores de androgênios presentes nos tecidos-alvo. Já uma substância anti-estrogênica, como o tamoxifeno, inibe a ação biológica dos estrogênios ligando-se e, conseqüentemente, inativando os receptores de estrogênios presentes nos tecidos-alvo (BIRKETT; LETTER, 2003; LINTELMANN et al., 2003).

A pesquisadora Ghiselli (2006) explica que os interferentes endócrinos podem agir pelo menos de três formas: (a) imitando a ação de um hormônio produzido naturalmente pelo organismo, como o estrogênio ou a testosterona, desencadeando desse modo reações químicas semelhantes no corpo; (b) bloqueando os receptores nas células que recebem os hormônios, impedindo assim a ação dos hormônios naturais; e/ou (c) afetando a síntese, o transporte, o metabolismo e a excreção dos hormônios naturais no organismo, alterando dessa forma as concentrações dos mesmos, dependendo da fase na qual um determinado organismo se encontra (há fases mais suscetíveis, por exemplo, durante o desenvolvimento do feto). Como resultado, as pessoas estão sujeitas a um conjunto de efeitos maléficos à saúde, o que inclui anomalias sexuais em crianças e adultos, homens e mulheres.

Compostos classificados como IE

Uma série de grupos de compostos orgânicos potencialmente tóxicos, tais como os micropoluentes orgânicos, substâncias tóxicas persistentes (STP), poluentes orgânicos persistentes (POP), poluentes emergentes, dentre outros, estão classificados como interferentes endócrinos (BIRKETT; LETTER, 2003). Contudo, existem basicamente duas classes de compostos que podem alterar o funcionamento do sistema endócrino: (a) os hormônios naturais que incluem o estrogênio, a progesterona e a testosterona, presentes no corpo humano e nos animais, e os fitoestrogênios, compostos presentes em algumas plantas como as sementes de soja, e que apresentam uma atividade semelhante aos esteróides hormonais quando ingeridos por um determinado organismo; e (b) os compostos sintéticos ou de origem antrópica que incluem os hormônios sintéticos (hormônios idênticos aos naturais, fabricados pelo homem e utilizados como contraceptivos orais e/ou aditivos na alimentação animal), bem como os xenoestrogênios produzidos para utilização nas indústrias na agricultura e para os bens de consumo. Estão incluídos nesta categoria os pesticidas e aditivos plásticos (ftalatos), compostos de organoestanho, alquilfenóis, as bifenilas policloradas, os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, retardantes de chama (éteres difenílicos polibromados) e ainda subprodutos de processos industriais, como as dioxinas e furanos (GHISELLI; JARDIM, 2007).

Segundo a sua ação biológica, os IE podem ser classificados em agonistas ou antagonistas, genericamente. Um IE exibe um comportamento agonista quando mimetiza um determinado hormônio (são os compostos estrogênicos ou androgênicos), ou antagonistas

quando bloqueia um hormônio, ligando-se ao seu receptor (são os compostos anti-estrogênicos ou antiandrogênicos) (BILA; DEZOTTI, 2007). Os compostos classificados como IE, em sua maioria, são pesticidas (herbicidas, fungicidas, inseticidas, etc.) e esteróides sexuais. Alguns metais como o cádmio e o mercúrio também apresentam atividade semelhante no sistema endócrino, especialmente nas suas formas orgânicas, como o metilmercúrio, por exemplo (GHISELLI, 2006).

Esteróides compreendem um imenso grupo de compostos como os hormônios e seus precursores, frequentemente determinados em materiais biológicos como sangue e urina. De acordo com as suas funções, podem ser divididos em três principais grupos: (1) esteróides hormonais, como os androgênios, corticóides, estrogênios e progestagênios; (2) colesterol e derivados; e (3) fitoesteróides (GHISELLI, 2006).

A substância mais característica dos androgênios é a testosterona, o principal hormônio sexual masculino. Os corticóides são produzidos nas glândulas supra-renais, na parte externa denominada córtex, cujos representantes principais são os glucocorticóides e a aldosterona, que têm como principal função regular o metabolismo dos íons potássio e sódio nos rins (GHISELLI; JARDIM 2007).

Os estrogênios e os progestagênios são os principais responsáveis pelo crescimento e reprodução de espécies animais, incluindo os seres humanos; seus derivados sintéticos são bastante empregados como contraceptivos (hormônios inibidores da ovulação), ao passo que os estrogênios são também administrados no controle dos sintomas que envolvem a menopausa, distúrbios fisiológicos e no tratamento do câncer de próstata e de mama. Já os progestagênicos são empregados nos tratamentos que objetivam corrigir as causas de infertilidade e descontrole do ciclo menstrual. Geralmente são rapidamente absorvidos pelo organismo e então metabolizados no fígado (REIS FILHO; ARAÚJO; VIEIRA, 2006).

A obtenção dos esteróides sintéticos acontece basicamente a partir de reações de alquilação (principalmente grupos metila e etila) ou esterificação dos hormônios naturais, prevenindo-os da metabolização rápida quando no organismo e garantindo assim o efeito desejado. Os esteróides sintéticos mais utilizados são etinilestradiol e mestranol (estrogênios), norgestrel e noretisterona (progestagênicos), metiltestosterona, fluoximesterona, mesterolona, fenilpropionato de androlona (Durabolin®) e ésteres da testosterona, como anabolizantes.

Estrogênios, androgênios e progestagênios, tanto naturais quanto sintéticos, são excretados principalmente pela urina, na forma biologicamente inativa, ou seja, como conjugados solúveis em água (principalmente glicoronídeos ou sulfatos) e em menor proporção pelas fezes (na forma livre), apresentando variações com relação à solubilidade em água, taxa de excreção e catabolismo biológico. Sob condições ambientais estes conjugados são rapidamente hidrolisados, levando-se aos hormônios livres e aos seus metabólitos (GHISELLI; JARDIM, p.20, 2007).

Diferentes quantidades de esteróides sexuais são excretadas por vários organismos, dependendo da idade, do estado de saúde, da dieta ou gravidez. A quantidade de estrogênio excretada por uma mulher grávida pode ser até mil vezes maiores do que a de uma mulher em condições normais (2 a 20 µg estrona/dia, 3 a 65 µg estriol/dia e 0,3 a 5 µg estradiol/dia), dependendo do estágio da gravidez.

Os primeiros pesquisadores que investigaram a influência e a concentração dos esteróides sexuais como poluentes ambientais foram Shore et al.(1993), (apud GHISELLI; JARDIM, 2007). Na sequência, vários estudos foram realizados com o objetivo de determinar as concentrações dos hormônios sexuais em diversas matrizes ambientais, identificando as suas possíveis fontes. Um deles, realizado nos EUA, mostrou que na água de dez riachos avaliados, 40% deles apresentavam concentrações de testosterona acima de 1,0ngL⁻¹. Dentre essas áreas, três estavam localizadas em regiões que empregavam expressivas quantidades de adubo animal como fertilizante, enquanto que apenas uma havia recebido esgoto doméstico. Amostras de esgoto doméstico (bruto e tratado) provenientes de uma estação de tratamento também apresentaram elevados teores de hormônios naturais: 19-273 ngL⁻¹ para testosterona e 49-73 ngL⁻¹ para estrogênios no esgoto bruto, e 1,6-7,2 ngL⁻¹ para testosterona e 0,8 a 4,0 ngL⁻¹ para estrogênios no esgoto tratado.

O colesterol é um outro tipo de esteróide, sendo o principal esteróide de origem animal, precursor dos hormônios sexuais e um importante lipídio que atua em muitos processos vitais. É um constituinte estrutural presente nas membranas celulares e um substrato na síntese de ácidos biliares. É também considerado como o maior responsável pelos distúrbios ocorridos nas artérias. No meio ambiente, é encontrado com frequência em sedimentos (inclusive marinhos) e em menor proporção nas águas superficiais, como resultado de numerosas sínteses biológicas e processos de degradação natural, bem como de atividades antrópicas (GHISELLI, 2006).

Estão também presentes em matrizes ambientais os esteróides derivados do colesterol, tais como os isômeros coprostanol (5β-colestan-3β-ol) e colestanol (5α-colestan-3β-ol), uma vez que são gerados e excretados durante o metabolismo do colesterol. Ambos têm sido

utilizados como traçadores de contaminação proveniente de esgoto doméstico, em especial o coprostanol, um esterol de origem fecal formado a partir da hidrogenação bacteriana do colesterol no intestino de animais, e amplamente empregado como marcador molecular na avaliação da qualidade das águas superficiais, na identificação de fontes, no estudo dos mecanismos de transporte e destino final de diversos poluentes no ambiente, dentre outros (GHISELLI; JARDIM 2007).

Os fitoestrogênios são estruturalmente e funcionalmente análogos ao colesterol e são encontrados nas plantas atuando como constituintes das membranas celulares, como hormônios de crescimento (nesse caso, desempenhando atividade estrogênica), como antioxidantes, fungicidas e, algumas vezes, como herbicidas. Esses fitoquímicos não nutricionais somam mais de doze mil compostos químicos naturais presentes nos alimentos de origem vegetal (GHISELLI, 2006). A inclusão dessas substâncias na dieta humana, segundo evidências científicas, tem um efeito benéfico à saúde, uma vez que os fitoestrogênios podem apresentar resultados positivos quando incluídos na dieta dos portadores de doenças cardiovasculares, câncer, osteoporose e sintomas da menopausa.

Porém, por outro lado, estudos realizados com animais provenientes de regiões agrícolas (monocultura) demonstraram que alguns fitoestrogênios apresentaram atividade estrogênica com efeitos deletérios à saúde animal. Algumas ovelhas, após terem sido alimentadas por um longo período com um tipo especial de pasto que continha as isoflavonas genisteína, formonoetina e biochanina A, desenvolveram sintomas de infertilidade. Na sequência, estudos envolvendo ensaios *in vivo* com camundongos fêmeas ovariectomizadas comprovaram tal potencial estrogênico. Ensaios *in vitro* mais recentes também mostraram que muitos fitoestrogênios ligam-se aos receptores hormonais produzindo um efeito agonista similar aos esteróides sexuais exógenos (LINTELMANN et al., 2003).

Para detectar a atividade estrogênica de uma determinada substância, vários testes e biomarcadores têm sido desenvolvidos. A vitelogenina (VTG), uma proteína presente no plasma sanguíneo e que desempenha um importante papel no sistema reprodutivo de vertebrados ovíparos fêmeas, tem sido bastante utilizada. Essa substância, sintetizada no fígado, é regulada por estrogênios e transportada através do sangue para os ovários. Em organismos de machos a vitelogenina também está presente, mas apresenta uma concentração pouco expressiva. Entretanto, sua concentração no plasma pode se tornar elevada após a exposição de um determinado organismo a substâncias que apresentam atividade estrogênica.

É o caso do β -sitosterol, capaz de induzir a produção de vitolegenina em peixes machos, bem como conduzir efeitos androgênicos em peixes fêmeas, tais como o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos masculinos (GHISELLI, 2006). De acordo com a Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer, os compostos estradiol, estriol, etinilestradiol e progesterona estão classificados como potencialmente cancerígenos.

O pentaclorofenol é utilizado desde 1936 como pesticida com múltiplos usos: herbicida como desfoliante pré-colheita; inseticida no controle de cupins; fungicida como preservante de madeira e no tratamento de sementes; e como molusquicida no controle de lesmas. O interesse ambiental envolvendo esse composto está na sua alta toxicidade, uma vez que é considerado como sendo uma das maiores fontes de geração de dioxinas para o ambiente, por exemplo, após a queima da madeira tratada com pentaclorofenol (GHISELLI; JARDIM, 2007).

O grupo de difenilalcanos é comumente empregado na produção de plásticos e é denominado genericamente de bisfenol. O principal representante desse grupo é o bisfenol A, amplamente utilizado durante os processos industriais como monômero na produção de polímeros, policarbonatos, resinas epóxi e resinas de poliéster-estireno insaturados, e ainda como fungicida e agente retardante de chama. Outras aplicações incluem o seu uso como estabilizante na produção de plásticos (inclusive embalagens de alimentos), como revestimento interno nas latas de alumínio usadas em bebidas, como selante dentário, como antioxidante, dentre outros. Esse composto ocorre no ambiente como resultado do processo de lixiviação dos produtos finais manufaturados a partir dele, podendo estar presente nos vários compartimentos: água, ar, solo, sedimento e biota (BILA; DEZOTTI, 2007).

O bisfenol A é preponderantemente adsorvido na matéria orgânica. Entretanto, seu transporte no ambiente aquático constitui a sua maior rota de distribuição para os demais compartimentos ambientais. Uma vez presente no meio ambiente, o bisfenol A pode vir a ser degradado biologicamente, com velocidades bastante diferenciadas, apresentando um tempo de meia-vida variando entre de um a 180 dias em solos e de 2,5 a 4 dias quando em água. Com relação à sua atividade estrogênica, alguns estudos envolvendo ensaios *in vitro* mostram que o bisfenol A possui um potencial de 4 a 6 ordens de magnitude menor que a 17 β -estradiol e, ainda, que pode apresentar atividade anti-estrogênica. Pelo fato de o bisfenol A ser bastante empregado nos processos industriais e também por participar das formulações de uso

doméstico, suas principais fontes no meio ambiente são os efluentes industriais, os esgotos domésticos e os lodos oriundos das ETEs (BILA; DEZOTTI, 2007).

Derivados do ácido ftálico (os diésteres) são empregados basicamente como plastificantes, principalmente aqueles contendo o grupo vinil como o cloreto de polivinila (PVC) e outras resinas como acetado de polivinila e poliuretano, bem como na fabricação de tintas, adesivos, papelão, lubrificantes e fragrâncias, e têm sido utilizados há mais de 40 anos. Ftalatos podem ser introduzidos no ambiente através da lixiviação, sobretudo dos plastificantes utilizados na fabricação de plásticos de uso comum. Tais ftalatos são encontrados não apenas na água lixiviada como também nos lodos provenientes dos esgotos, na água superficial, no sedimento e em algumas espécies aquáticas, inclusive peixes (GHISELLI, 2006).

Esse grupo de substâncias, por ser lipofílico, tende a se acumular nos tecidos adiposos das espécies envolvidas numa determinada cadeia alimentar, em um processo conhecido como biomagnificação. Como muitas vezes os seres humanos estão no topo dessa cadeia alimentar, altas concentrações de tais substâncias poderão estar presentes na sua dieta. Em geral, a toxicidade aguda desses compostos é relativamente baixa. Porém, estudos ecotoxicológicos têm mostrado que alguns produtos da degradação desses compostos, como os monoésteres, podem ser tóxicos para os mamíferos (GHISELLI; JARDIM, 2007).

Embora nos últimos anos o uso dos alquifenóis (surfactantes não iônicos) na formulação de detergentes de uso doméstico tenha diminuído em alguns países da Europa, eles ainda continuam sendo empregados como componentes de detergentes industriais, como agentes dispersantes na produção de polpa e papel, como agentes emulsificantes nas formulações de tinta látex e pesticidas, como aditivos plásticos na produção de resinas fenólicas, como agentes floculantes, como espermicidas em aplicações contraceptivas, nas indústrias têxteis, dentre outras. Durante os processos de biodegradação (como os empregados nas ETEs), a maioria destes etoxilados gera subprodutos tóxicos e persistentes que, após serem introduzidos no meio ambiente, são acumulados nos organismos aquáticos, uma vez que são mais lipofílicos que os compostos que os originam (GHISELLI, 2006).

Um dos representantes dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos aromáticos (HPA) é o benzo[a]pireno, um grupo de mais de 100 compostos químicos formados principalmente durante a combustão incompleta da matéria orgânica, tais como combustíveis derivados do petróleo (gasolina e óleo diesel), ou ainda a partir do carvão, madeira e outros materiais. Tais

compostos são gerados a partir de fontes naturais ou antrópica, sendo estas as principais responsáveis pela presença desses poluentes no ambiente. As fontes naturais ocorrem como consequência dos processos de síntese por bactérias, plantas e fungos, além dos processos naturais de combustão como os incêndios florestais e as emissões vulcânicas. Já as fontes antrópicas incluem os efluentes industriais e esgotos domésticos, processos de incineração de resíduos (inclusive resíduos sólidos urbanos), derramamento acidental de petróleo, produção de asfalto e de alumínio, e queima de combustíveis fósseis, principalmente aqueles provenientes de emissões veiculares.

A exposição aos interferentes endócrinos pode ocorrer sob diferentes formas, como através do contato indireto - ingestão de água, ar, alimento contaminado - ou contato direto - solo, local de trabalho ou doméstica (BILA; DEZOTTI, 2007).

Com base nas informações descritas anteriormente, pode-se concluir que a mais importante fonte de exposição aos IE é a alimentação, uma vez que muitas dessas substâncias são utilizadas durante a produção de alimentos industrializados e/ou no processo de embalagem dos mesmos; ou ainda, através da ingestão de água potável contaminada, já que várias dessas substâncias não são totalmente destruídas durante os processos empregados nas estações de tratamento, tanto de água como de esgoto (GHISELLI; JARDIM, 2007).

Os Quadros 7 e 8, a seguir, apresentam o uso, a ocorrência e os principais efeitos no corpo humano de alguns interferentes endócrinos já observados pela literatura técnica científica.

QUADRO 7 – OCORRÊNCIA E USO DE ALGUNS INTERFERENTES ENDÓCRINOS

Interferentes endócrinos	Uso e/ou ocorrência
2,4-D; 2,4,5-T; Alacloro; Atrazina	Herbicidas
Cloreto de Cádmio; Metiram; Mancozeb; Maneb; Zineb (os 3 últimos contém etilenotioureia);	Fungicidas
Carbaril; Clordano; Dieldrin; DDT; Endosulfan; Heptacloro; HCH; Metoxicloro; Mirex; Paration; Piretróides; Toxafeno.	Inseticidas
Aldicarb; DBCP.	Nematocidas
Acrilamida	Tratamento de água e esgoto; floculante; produção de papel e celulose; impressão definitiva de tecidos
Ascarel (PCB).	Óleo isolante dielétrico; papel copiativo não-carbono, adesivos, lubrificante para lâminas de corte, tintas, revestimento interno de silos para estocagem de grãos e leite nos anos 80.
Benzo(a)antraceno; Benzo(a)pireno	Alcatrão; Asfalto; Coquerias; Emissões de diesel; Fundição de alumínio; graxas e óleos minerais

Interferentes endócrinos	Uso e/ou ocorrência
Bisfenol A	Resinas epóxi; revestimento interno de latas para alimentos diversos
BTX (Benzeno, tolueno e xilenos)	Tintas, solventes, gasolina, thinner, removedores
Cádmio	Ligas metálicas; solda; pigmentos; estabilizante de plásticos; baterias; cinzas de incineradores; chapas galvanizadas.
Chumbo	Baterias; pigmentos; soldagem; ligas; tintas; primers; gasolina de aviação
Compostos pirimidínicos (Metirimol, Etirimol e Ciprodinil)	Fungicidas aplicados em frutas e cereais
Dibenzo- <i>p</i> -dioxinas policloradas e Dibenzofuranos policlorados	Incineração de resíduos urbanos e de resíduos perigosos; produção e queima de pesticidas, como pentaclorofenol, agente laranja, benzenos clorados; aciarias; queima de carvão; fundição de alumínio; produção de PVC; emissões de diesel
DBPC (Dibromocloropropano)	Nematicida
Dissulfeto de Carbono	Fabricação de celofane e de rayon; solvente para ceras, óleos, lacas e resinas; vulcanização a frio de borrachas; componente de certos tipos de inseticidas, parasiticidas e herbicidas.
Estireno	Fabricação de plásticos (ex.: copinhos descartáveis) e borrachas diversas
Fenilfenóis	Desinfetantes
Ftalatos	Plastificantes do Cloreto de Polivinila e do Acetato Celulose; vernizes; inseticidas; cosméticos
HCB (Hexaclorobenzeno)	Contaminante em processos de produção de Organoclorados
Manganês.	Produção de ferro e aço; eletrodos para solda; tintas; Fertilizantes.
Mercúrio	Indústria de cloro-soda; aparelhos de medição; garimpos; agrotóxicos; tintas
Óxido de Etileno.	Esterilização de equipamentos cirúrgicos
Pentaclorofenol	Conservante de madeiras, fungicida, bactericida; tintas.
Soldagem	Oficinas, indústrias diversas, montagem industrial, caldeiraria, funilaria
Triclorfon	Medicamento anti-helmíntico
Cloreto de Cádmio; Metiram; Mancozeb; Maneb; Zineb (os 3 últimos contém etilenotioréia);	Herbicidas

Fonte: Adaptado de Guimarães (2004)

QUADRO 8 – ALGUNS INTERFERENTES ENDÓCRINOS E SEUS EFEITOS EM HUMANOS

Interferentes endócrinos	Efeitos em humanos
Atrazina	Redução na qualidade do esperma (SWAN, 2003)
Ascarel (PCB)	Declínio da função do sistema imunológico e aumento de doenças infecciosas (PENTEADO;VAZ, 2001); acumula-se no leite materno (WHO, 2001); Endometriose (SANTAMARTA, 2001); Atravessa a barreira placentária e chega ao feto; crianças nascidas de mães com PCB no sangue têm peso reduzido e QI inferior (BAIRD, 2002); Acumula-se nos tecidos do feto (NOGUEIRA et al, 1987); Filhos de mães que ingeriram óleo contaminado com PCB tiveram o tamanho do pênis reduzido quando na puberdade (COLBORN et al, 2002)
Benzo(a)antraceno; Benzo(a)pireno	Danos aos oócitos; alteram a ação de linfócitos; são mutagênicos (PATNAIK, 2002)
Bisfenol A	Substitui a recepção do estrogênio. Diminui a ovulação;aumento de secreção da prolactina (WOZNIAK et al, 2005)
BTX (Benzeno, tolueno e xilenos)	Anomalias menstruais, como aumento do sangramento e dos intervalos do ciclo (MENDES, 1997); na corrente sanguínea, fixam-se nos glóbulos vermelhos (AZEVEDO & CHASIN, 2003)
BTX (Benzeno, tolueno e xilenos)	Anomalias menstruais, como aumento do sangramento e dos intervalos do ciclo (MENDES, 1997); na corrente sanguínea, fixam-se nos glóbulos vermelhos (AZEVEDO & CHASIN, 2003)
Carbaril	Inibidor de acetilcolinesterase, causador de hipotireoidismo (LARINI, 1999); Redução na contagem de espermatozóides e presença excessiva de espermatozóides anormais (MENDES, 1997)
Cádmio	Câncer de próstata (CARDOSO & CHASIN, 2001); Concentra-se no pâncreas, testículos, tireóide e glândulas salivares (DELLA ROSA & GOMES, 1988); Acumula-se no leite materno (WHO, 2001);Atrofia testicular; redução no volume do esperma, tumores em testículos (PATNAIK, 2002)
Chumbo	Redução na qualidade e quantidade de esperma (MOREIRA & MOREIRA, 2004); Hipotireoidismo decorrente de alterações funcionais da hipófise (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001); Acumula-se no leite materno (WHO, 2001);Atrofia testicular; reduz a quantidade do esperma (PATNAIK, 2002); Abortamento espontâneo (MENDES, 1997); Acumula-se na tireóide, adrenais, pituitária, testículos e ovários (TEVES, 2001); Passa pela placenta entre a 12ª e 14ª semanas, atinge o cérebro do feto; aumento significativo na taxa de abortamentos, antimortalidade, prematuridade, diminuição no crescimento pós-natal e aumento na taxa de malformações (PERES et al,2001)
Clordano; Dieldrin; DDT; Endosulfan	Acumulam-se no leite materno (WHO, 2001);Criptorquidia, hipospadia (SANTAMARTA, 2001); Aumento de irregularidades menstruais (MENDES, 1997)
Cloreto de Cádmio; Metiram; Mancozeb; Maneb; Zineb (os 3 últimos contém etilenotioureia – ETU)	Hipotireoidismo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001)
Compostos pirimidínicos (Metirimol, Etirimol e Ciprodinil)	Inibem a produção de hormônios esteróides (COLBORN et al, 2002)

Interferentes endócrinos	Efeitos em humanos
Dibenzo- <i>p</i> -dioxinas policloradas e Dibenzofuranos policlorados	Acumulam-se no leite materno (WHO, 2001); Alteração nas glândulas sebáceas (como cloroacne), suprime as funções imunológicas (PATNAIK, 2002); Redução do n° de espermatozoides (COLBORN et al, 2002); Neoplasia de tireóide (DAMSTRA et al, 2002); Disfunção neurofisiológica bilateral nos lobos frontais do cérebro; acumula-se na tireóide (SANTOS, 2004)
DBPC (Dibromocloropropano)	Diminuição da motilidade e da produção de espermatozoides (BOWLER & CONE, 2001)
Dissulfeto de Carbono	Disruptor no balanço hormonal entre o cérebro, glândula pituitária e ovários, levando a distúrbios menstruais. (BATSTONE, 2001)
Estireno	Teratogênico (LARINI, 1997) Abortamento espontâneo; filhos de mulheres expostas ao estireno têm peso inferior (MENDES, 1997)
Ftalatos	Redução na qualidade do esperma; teratogênico; causam demasculinização e feminilização (MCGINN, 2004)
HCB (Hexaclorobenzeno)	Acumula-se no leite materno (WHO, 2001); Hipotireoidismo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001); Supressão imunológica (PATNAIK, 2002); Esteatose, hepatomegalia (PATNAIK, 2002)
Manganês	Causa danos ao DNA dos linfócitos; Mal de Parkinson (MARTINS & LIMA, 2001); Impotência (BOWLER & CONE, 2001); Concentra-se na tireóide, pituitária, suprarenais e pâncreas (TEVES, 2001)
Mercúrio	Ciclo menstrual irregular, menos ovulações, teratogênico (CARDOSO, 2002); Acumula-se no leite materno (WHO, 2001); Acumula-se no pâncreas, testículos e próstata (TEVES, 2001); Atravessa a barreira placentária e hematoencefálica, na forma de metilmercúrio (AZEVEDO & CHASIN, 2003); Aborto espontâneo, natimortos, Síndrome de Paralisia Cerebral, danos ao cerebelo em filhos de mães que consumiram peixes com metilmercúrio (AZEVEDO, 2003)
Óxido de Etileno	Aborto espontâneo em profissionais que esterilizam instrumentos (XELEGATI & ROBAZZI, 2003)
PCF (Pentaclorofenol)	Glândulas sudoríparas, cloroacne, porfiria cutânea tardia, pápulas, pústulas (VIEIRA et al, 1981); Concentra-se nas adrenais; hepatomegalia; aumento de atividade da aril-hidrocarboneto hidroxilase (AHH), resultando em mutagenicidade e carcinogenicidade irreversíveis (LARINI, 1999); Anemia aplástica, citopenia, agranulocitose, cloroacne, disruptor endócrino (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001)
Soldagem	Espermatozoides com formato anormal (BATSTONE, 2001)
Triclorfon	Diminuição de espermatozoides e de fluido seminal, espermatozoides com formato anormal (SPRITZER et al, 2001)

Fonte: Guimarães (2004)

3.2.4 Um panorama sobre os interferentes endócrinos

Nos últimos anos tem-se discutido muito, nos últimos anos em vários países, sobre a eficiência das tecnologias de tratamento de águas que contenham IE e os limites máximos permissíveis dessas substâncias após o tratamento. Apesar de constantes inovações nas técnicas para tratamento de água, há indícios de doenças de contaminação química por veiculação hídrica, causadas por ausência ou por deficiência no tratamento da água. Esses problemas vêm sendo relatados não apenas em países em desenvolvimento, onde a falta de tratamento ou o tratamento inadequado da água ainda é bastante evidente, mas também em países desenvolvidos.

Vários países estão avaliando seus corpos d'água e seus mananciais quanto à presença de IE, resultando na constatação de concentrações variadas dos mesmos. Diante disso, vêm sendo realizados estudos dos efeitos dos IE, de suas fontes e de maneiras de eliminá-los durante o tratamento de água, além da reavaliação dos limites máximos permissíveis de IE e da inclusão de novos compostos em suas legislações como possíveis IE.

A Tabela 4 inclui uma lista de substâncias químicas que já foram classificadas como IE por organizações de países que estão pesquisando o assunto.

Em dezembro de 1999, a Comissão Européia adotou uma diretriz sobre os interferentes endócrinos, tendo em vista substâncias sintéticas, inclusive produtos químicos e hormônios sintéticos que podem causar prejuízos à saúde. O objetivo foi identificar interferentes endócrinos, sua origem, suas consequências, e também definir uma política de ação visando à prevenção, de maneira a responder rápida e efetivamente ao problema.

Apontou-se a necessidade de mais pesquisas, cooperação internacional, comunicação com o público e determinação de metas a serem alcançadas a curto, a médio e a longo prazo (EUROPEAN COMMISSION, 2006).

Dados coletados em 51 estações de tratamento de água na Europa (Espanha-32, Alemanha-16, Reino Unido -1, Bélgica-1 e Holanda-1), indicaram a ocorrência de IE na água bruta em 17 (33%) delas e na água tratada em 12 (24%).

TABELA 4 – LISTA COMPOSTOS CLASSIFICADOS COMO IE. POR VÁRIAS ORGANIZAÇÕES

COMPOSTOS	UKEA Agência Ambiental do Reino Unido	USEPA- Agência de Proteção Ambiental dos E.U.A.	OSPAR Comissão de Oslo e Paris		JEA Agência Ambiental do Japão	WWF Fundo para a Vida Silvestre Mundial
			<i>Vivo</i>	<i>vitro</i>		
ESTERÓIDES						
ETINIL ESTRADIOL	X		X			
17β-ESTRADIOL	X		X			
ESTRONA	X		X			
MESTRANOL			X			
DIETILSTIBESTROL	X		X			
ALQUIFENOL						
NONIFENOL	X	X	X		X	X
NONILFENOL ETOXILADO	X			X		
OCTIFENOL	X	X	X		X	
OCTIFENOL ETOXILADO	X					
COMPOSTOS POLIAROMÁTICOS						
BIFENILAS POLICLORADAS (PCBS)	X	X	X		X	X
RETARDADORES DE CHAMA BROMINADOS				X	X	X
HIDROCARBETOS POLICICLICOS AROMÁTICOS (PAHS)		X		X		
COMPOSTOS ORGÂNICOS						
FITALATOS	X	X	X	X	X	X
BISFENOL A	X	X	X		X	X
PESTICIDAS						
ATRAZINA	X	X		X	X	X
SIMAXINE	X	X		X	X	X
DICLORVOS	X					
ENDOSULFAN	X	X		X	X	X
TRIFLURALIN	X	X				X
DEMETON-S-METIL	X					
DIMETOATE	X					X
LINURON						X
PERMETRIN	X	X			X	X
LINDANO	X	X	X			X
CLORDANO	X			X	X	X
DIELDRIN	X	X		X	X	X
HEXACLOROBENZENO	X			X	X	X
PENTAFLOROFENOL (PCP)	X	X			X	X
OUTROS						
DIOXINAS AND FURANOS	X		X		X	X
TRIBUTILTIN	X	X	X		X	

Fonte: adaptado de Wenzel, Muller e Ternes (2003)

A Tabela 5 apresenta as concentrações dos IE encontrados na água bruta e na água tratada dessas 51 estações (WENZEL; MULLER, TERNES, 2003).

TABELA 5 – CONCENTRAÇÕES DE ALGUNS INTERFERENTES ENDOCRINOS ENCONTRADOS NA ÁGUA BRUTA E NA ÁGUA TRATADA EM 51 ESTAÇÕES NA EUROPA.

IE DETECTADOS	NÚMERO DE IE MONITORADOS EM ETAs	NÚMERO DE IE ENCONTRADOS EM ETAs	CONC. EM ÁGUA BRUTA [μgL^{-1}]	CONC. EM ÁGUA TRATADA [μgL^{-1}]
Atrazine	51	10	0,01 – 0,05	<LQ-0,020
Lindane	51	6	0,0004 – 0,052	0,0004-0,011
Endosulfan	51	2	0,0003 – 0,013	<LQ
Benzo(a)pirene	40	3	0,0001 – 0,05	<LQ-0,0007
4-Clorofenol	1	1	0,01 – 0,05	<LQ
Diisobutifalato	1	1	0,16	0,06
Dibutifalato	1	1	0,29	0,1
Benzilbutifalato	2	2	0,013 – 0,84	0,007-0,289
Bisfenol A	5	1	<LQ – 0,009	<LQ-0,12
Ácido acético 4-Nonilfenol	1	1	0,022	<LQ
Nonilfenol etoxilados	1	1	0,18 – 1,1	0,008-0,11
Nonilfenol	5	1	0,15 – 8	<LQ-2,1
Estrone	5	1	<LQ	0,001
β -Sitosterol	2	2	0,06-0,78	0,01-0,02

Fonte: adaptado de Wenzel, Muller e Ternes (2003)

LQ: Limite de Quantificação

Desde 1996, a EPA reconhece que a exposição aos IE, principalmente em certos estágios do ciclo da vida, como gravidez e lactação, pode ocasionar efeitos indesejados. Por isso, e pela persistência de alguns IE no meio ambiente, a EPA (1998) considerou o estudo dos IE como uma das prioridades de seu plano de estratégia. Como pouco se sabe sobre os IE, seus efeitos sobre o ecossistema serão avaliados e maneiras de abaixar ou eliminar o risco deles decorrentes serão pesquisadas.

Nos Estados Unidos, IE vêm sendo detectados em diversos corpos d'água em concentrações variadas. Concentrações de Endosulfan, variando entre 0,2 e 08 μgL^{-1} , foram encontradas em águas subterrâneas e superficiais, em amostras de sedimentos e na neve. O metoxicloro foi detectado em estações de fornecimento de água a EPA estabeleceu o limite máximo de metoxicloro de 0,04 ppm na água para beber e advertiu que crianças não deveriam beber água com concentrações acima de 0,05 ppm por mais de um ano e que os adultos não deveriam consumir água com concentrações acima de 0,2 ppm por longos períodos de tempo. Os níveis de nonilfenol encontrados em rios nos Estados Unidos variaram de 2 μgL^{-1} a 1000 μgL^{-1} . Em amostras de água para beber analisadas, as concentrações de compostos de alquilfenóis foram de 1 μgL^{-1} (EPA, 2006).

Há relatos de que a contaminação com pesticidas organoclorados em lagos da Flórida ocasionou a alteração da maturação sexual de jacarés, provocando o retardamento e a anormalidade sexual dos mesmos (KAVLOCK, 1999).

Estudos realizados pela EPA (2001) para remoção de IE constataram que a utilização do carvão ativado granular (CAG) resultou em uma remoção eficiente de substâncias orgânicas sintéticas. Observou-se que quando o tamanho dos poros do CAG utilizado foi um pouco maior do que o material adsorvido, a eficiência alcançada foi maior. Além disso, parâmetros como matéria orgânica dissolvida, pH e temperatura, afetaram significativamente a eficiência da remoção.

Em estudos realizados com amostras de água coletadas de diferentes pontos da estação de tratamento de água reciclada na China, foram encontrados vários IE, dentre os quais, bisfenol-A, nonilfenol, 17 β -estradiol e outros. A média de eficiência de remoção de IE variou entre 30% a 82%, indicando que os compostos não foram totalmente removidos durante o tratamento de água (WANG et al., 2005). No Brasil, não há monitoramento regular dos corpos d'água quanto à presença de IE. O risco da presença dos mesmos é grande, uma vez que frequentemente os corpos d'água recebem efluentes das ETEs ou esgoto *in natura*. Praticamente não há estudos para avaliar se os IE presentes em mananciais são eficientemente removidos nas estações de tratamento de água brasileiras.

Stumpf et al., 1999 (apud BILA e DEZOTTI, 2003) encontraram antilipêmicos, antiinflamatórios e alguns metabolitos em rios que recebiam efluentes de ETE e esgoto *in natura* no Estado do Rio de Janeiro, em concentrações entre 0,02 e 0,04 $\mu\text{g L}^{-1}$.

A Portaria nº 518/2004, do Ministério da Saúde, exige que diversos parâmetros sejam monitorados durante o tratamento de água. Contudo, percebe-se que várias substâncias, possíveis IE, não constam na referida Portaria. Os limites máximos permitidos das substâncias relacionadas na Portaria são hoje questionáveis, em função dos danos que possam causar, mesmo em pequenas dosagens, por um longo período de tempo. Outra questão é que o monitoramento dessas substâncias é exigido em intervalos de tempo muito espaçados, causando o risco de eventual contaminação passar despercebida. As questões de quais IE e quais as concentrações dos mesmos o homem pode receber ao longo da vida sem causar efeitos danosos trazem ainda dúvidas para vários pesquisadores de diversos países. Espera-se que na revisão da Portaria de potabilidade da água pelo Ministério da Saúde prevista para

2009 seja incluído o monitoramento dessas substâncias químicas na água bruta dos mananciais e nas águas após tratamento nas ETAs.

As limitações dos métodos de quantificação dos IE e seus custos vêm dificultando os estudos tanto de quantificação quanto de identificação dos IE nos corpos d'água o que torna também complexo estabelecer os valores máximos permissíveis.

Em seu plano de estratégia, de setembro de 2006, a EPA (2006) e seus parceiros na implementação do SDWA (*Safe Drinking Water Act* – Lei da Água Potável Segura) propuseram as seguintes metas: i) estabelecer métodos para estimar valores de exposição e de monitoramento de contaminantes; ii) estudar o modo de atuação dos contaminantes e reações em função de suas dosagens; iii) determinar o tratamento, seu desempenho e seu custo; e iv) estudar os efeitos no sistema de distribuição e qualidade da água.

Ao mesmo tempo em que a área técnico-científica busca estabelecer métodos analíticos para a detecção dos IE, novos processos para o tratamento de água e de efluentes que sejam capazes de remover essas substâncias, avaliar os impactos dessas sobre o meio ambiente e a vida que nele palpita; as normas oficiais que regulamentam a comercialização dos produtos químicos sintéticos, empregadas em praticamente em todo o mundo, se desenvolvem sobre a base do risco de câncer e de graves problemas de nascimento e se calculam esses riscos tendo como referência um jovem masculino de 70 kg de peso. Não é levada em consideração a especial vulnerabilidade das crianças antes do nascimento e nas primeiras etapas da vida, nem os efeitos no sistema hormonal.

Os métodos de teste da toxicidade avaliam, atualmente, cada substância química por si mesma, enquanto que no mundo real encontramos complexas misturas de substâncias químicas. Os estudos científicos mostram com clareza que as substâncias químicas podem interagir ou podem agir juntas para produzir um efeito superior ao que produziriam individualmente (sinergia). As leis atuais ignoram esses efeitos aditivos ou interativos (SANTAMARTA, 2001).

Os fabricantes, por sua vez, em escala praticamente mundial, utilizam as leis sobre segredos comerciais para negar acesso público às informações sobre a composição exata de seus produtos. Dessa maneira, se os fabricantes não colocam rótulos com informações precisas e de modo direto e objetivo em seus produtos, os consumidores não terão a informação de que necessitam para proteger-se de produtos hormonalmente ativos. Em alguns

casos, as substâncias químicas podem se decompor em substâncias potencialmente mais perigosas que a substância química original, como já exposto anteriormente.

A indústria química, via de regra, em quase todos os países trata de desacreditar as conclusões dos estudos sobre IE, do mesmo modo que até bem pouco tempo fazia com respeito aos CFCs (cloro flúor carbonos), ou como fazem as campanhas da indústria do fumo, ao negarem a relação entre o hábito de fumar e o câncer de pulmão (GUIMARÃES, 2004).

As pesquisas para entender os efeitos dos interferentes estão mudando. Ao invés de fazer testes de exposição animal, abre-se o campo relativamente novo de pesquisa computacional toxicológica. Além disso, a crescente habilidade de sequenciar o genoma humano fornece ferramentas adicionais para pesquisas sobre os IE (EPA, 2006).

Os resultados das pesquisas geradas tanto na área científica quanto na área da engenharia contribuirão para alcançar uma água de beber de boa qualidade e segura para todos. As pesquisas que estão sendo realizadas deverão reduzir as incertezas sobre os efeitos, as exposições, as quantidades e o gerenciamento dos IE. E ainda poderão ajudar a determinar o impacto que os interferentes têm sobre os seres humanos, sobre a vida selvagem e sobre o meio ambiente.

“Quando existe avanço tecnológico sem avanço social, surge, quase automaticamente, um aumento da miséria humana”.
Michael Harrington

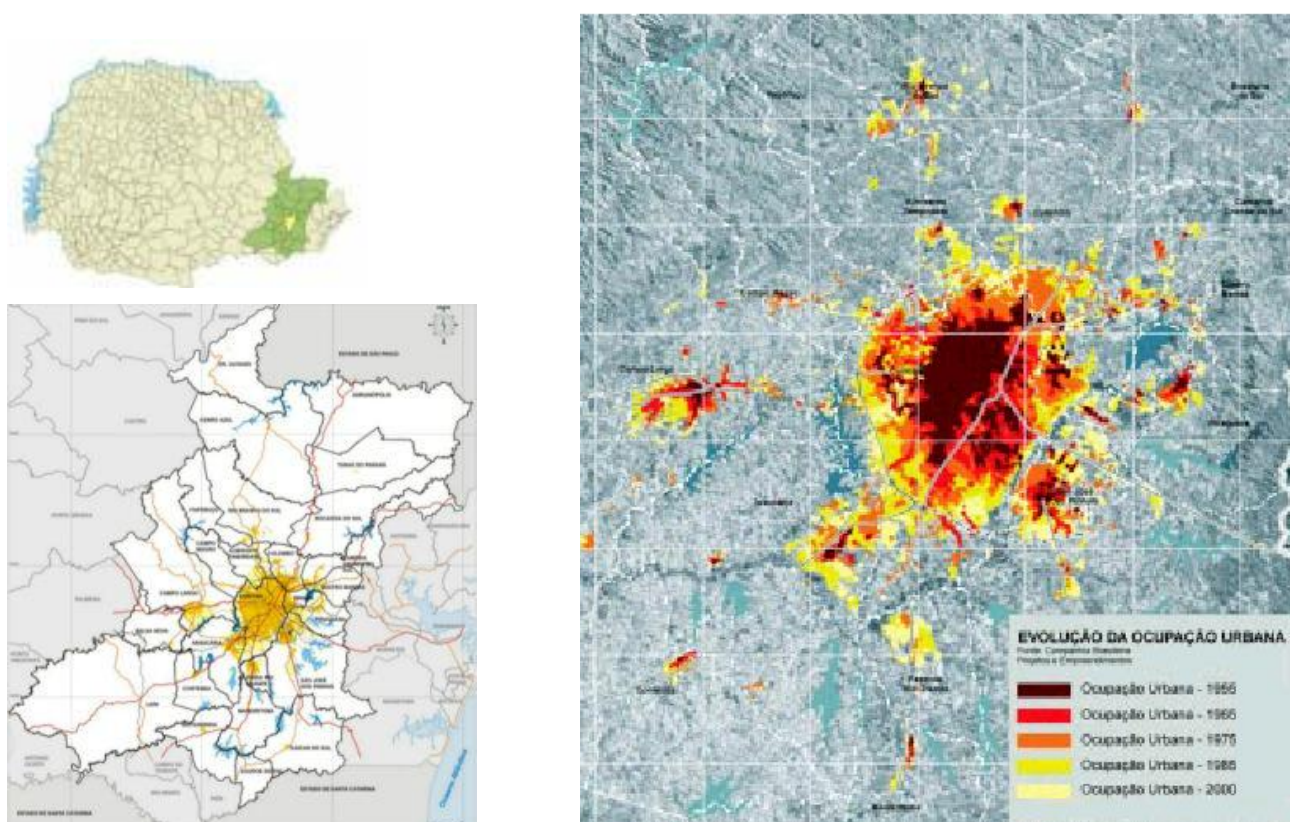


CAPÍTULO 4 **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

4.1 A REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

A Região Metropolitana de Curitiba²¹ compreende 26 municípios paranaenses e seu núcleo central é composto pelo aglomerado urbano de Curitiba, município polo, e por segmentos dos municípios limítrofes que, nas últimas décadas, experimentaram um processo acelerado de adensamento, na esteira do explosivo crescimento de Curitiba, conforme ilustra a Figura 18.

FIGURA 18 - LOCALIZAÇÃO DA RMC, O AGLOMERADO URBANO EM 2004 E A EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO URBANA.



FONTE: COMEC (2001) (sem escala).

Esse fenômeno ocorreu mais intensamente nas áreas dos municípios de Colombo, Piraquara, Pinhais e São José dos Pinhais, exatamente onde se situam os rios que integram o manancial de abastecimento de água da RMC. Tal fato levou os planejadores metropolitanos a

²¹A Região Metropolitana de Curitiba foi criada pela Lei Complementar n° 14 de 1973, art. 1°. Em seu art. 2° houve a previsão de lei estadual criar para cada Região Metropolitana um Conselho Deliberativo e outro Conselho Consultivo.

recomendarem restrições severas ao uso e ocupação do solo naquelas áreas e a propor o direcionamento do crescimento urbano para a porção oeste da Região.

Havia muitos fatores, contra este justo propósito, tais como a proximidade do centro de Curitiba, a facilidade de acesso e uma grande quantidade de loteamentos aprovados nas décadas de 1950 e 1960 que passaram a ser ocupados nos anos 70, além da dificuldade política da COMEC (Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba), como órgão responsável pela coordenação das políticas municipais, de implementar suas propostas. Segundo levantou Lima (2001; 2004), entre 1950 e 1970, somente no território dos municípios de Pinhais e Piraquara, foram aprovados 42.464 lotes sobre as bacias abastecedoras, enquanto que, no mesmo período, os municípios de Araucária e Campo Largo, vizinhos a oeste de Curitiba, aprovaram respectivamente 5.018 e 7.019 lotes, unidades que se um dia fossem integralmente ocupadas, acomodariam um a população de mais de 200 mil habitantes. A região leste recebeu, entre 1991 e 1994, 47% do total de lotes aprovados, percentual esse que, se comparado aos 7,8% de Araucária e aos 5,5% de Campo Largo, aprovados entre 1950 e 1970, (IBGE, 2000; IPPUC, 2004), reflete o desinteresse do mercado imobiliário da época em expandir-se no sentido oeste da Região Metropolitana.

4.2 A PORÇÃO SUDOESTE DO AGLOMERADO URBANO DE CURITIBA

As primeiras diretrizes de planejamento que afetaram o processo de ocupação do solo na área estudada tiveram origem no Plano Preliminar de Urbanismo de Curitiba, elaborado em 1965. O Plano, que deflagrou a experiência de planejamento urbano de Curitiba, preservava o setor oeste da cidade dos usos urbanos e estabelecia a rodovia federal BR 116 como limite do adensamento, devido às características impróprias para a urbanização das glebas e bairros situados a sul e a sudoeste da citada rodovia.

As diretrizes do Plano Preliminar de Urbanismo foram desenvolvidas pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) e começaram a ser implantadas a partir de 1971. A porção oeste do aglomerado urbano da RMC acabou recebendo a planta da refinaria da Petrobrás no município de Araucária. Esse empreendimento, certamente, influenciou na decisão de criar um distrito industrial nas proximidades, como forma de consolidar a diretriz que propunha o crescimento linear de Curitiba no sentido leste-oeste, integrando a

denominada Cidade Industrial de Curitiba (CIC) às demais políticas municipais de uso do solo e transporte em implantação (WILHEIM, 1990).

Em meados da década de 1980, a cidade desenhada pelo planejamento passou a receber intervenções oriundas do movimento popular, tendo as regiões sul e sudoeste como cenário. Os bairros dessa região (Riviera, Augusta, São Miguel, Tatuquara, Pinheirinho, Alto Boqueirão, Sítio Cercado) e a área da Cidade Industrial são, hoje, um segmento do espaço urbano resultante de um processo de ocupação emergencial deflagrado pelo movimento popular por moradia, integrado por famílias que não lograram atendimento pelos programas oficiais de habitação (PEREIRA, 2001).

Quanto à industrialização, as primeiras indústrias de porte foram implantadas na Cidade Industrial de Curitiba em meados dos anos 70. Eram indústrias que tinham em comum a utilização de mão de obra qualificada e de tecnologias avançadas, bem como a capacidade de atrair para seu entorno empreendimentos menores e pessoas em busca de emprego.

Em relação à população, a taxa de crescimento é elevada, inclusive nos bairros Augusta, São Miguel e Ferraria – área de preservação ambiental. Em São Miguel, por exemplo, verifica-se uma taxa de crescimento de 14,1%; a população passou de 2.895 para 4.911 habitantes entre 1996 e 2000 (2,8% a.a. em média), e a estimativa para 2004 era de 5.343 habitantes. Por sua vez, o bairro Sítio Cercado passou de 89.034 para 102.410 habitantes, com um crescimento acima da média curitibana (1,83 a.a.), ficando na casa dos 15%, (em torno de 3% a.a.) para o mesmo período (IBGE, 2000; IBGE, 2007; IPPUC, 2004).

No tocante ao uso e à ocupação do solo, a região estudada abriga diversos usos, com a predominância do residencial, abrigando, segundo o censo de 2000 (IBGE, 2000), 123.640 domicílios. Ali estão instaladas 16,7% das indústrias de Curitiba e 11,2% do total de estabelecimentos existentes na capital (IPPUC, 2004). Observa-se que houve um acelerado crescimento no número de domicílios e de habitantes, principalmente nos bairros CIC e Sítio Cercado, que praticamente triplicaram entre 1980 e 1991 e continuaram crescendo rapidamente na década seguinte.

A área é caracterizada, igualmente, pela concentração de aglomerações subnormais, a exemplo da CIC, que em 1991 possuía 21% de seus domicílios sob essa feição, o mesmo ocorrendo com o Sítio Cercado (26,9%) e o bairro São Miguel (83,3%), valores que eram de três a dez vezes superiores à média municipal (IPPUC, 2004). No ano 2000, observou-se uma

redução desses percentuais para patamares mais próximos à média, exceto no bairro São Miguel.

Em relação às questões de habitabilidade, a maioria (92,1%) dos domicílios dispõem de banheiros, sendo que 60,3% estão conectados à rede geral de coleta pública de esgoto; 22,8% utilizam a fossa séptica como forma de esgotamento e 8,9% dispõem os efluentes domésticos em fossa rudimentar, vala, rio ou lago. Existem ainda 744 domicílios (0,7% do total), que não possuem banheiro.

Preocupa também o registro de domicílios que ainda se utilizam de poços ou nascentes nos bairros CIC, Alto Boqueirão, Sítio Cercado e Tatuquara, locais densamente povoados e onde o uso frequente de fossa séptica como solução para o esgotamento sanitário pode estar contaminando o lençol freático.

A condição de ocupação dos domicílios em 2000 (IBGE) denotava a existência de um percentual de domicílios próprio próximo e até superior à média do município, certamente em função do modo como se deu a ocupação da área.

Em trinta anos, a porção oeste do aglomerado urbano experimentou uma radical alteração na sua ocupação, atingindo um alto grau de urbanização como se observa na Figura 19, elaborada a partir de foto de satélite de 2006 (BUSCH et al., 2008)

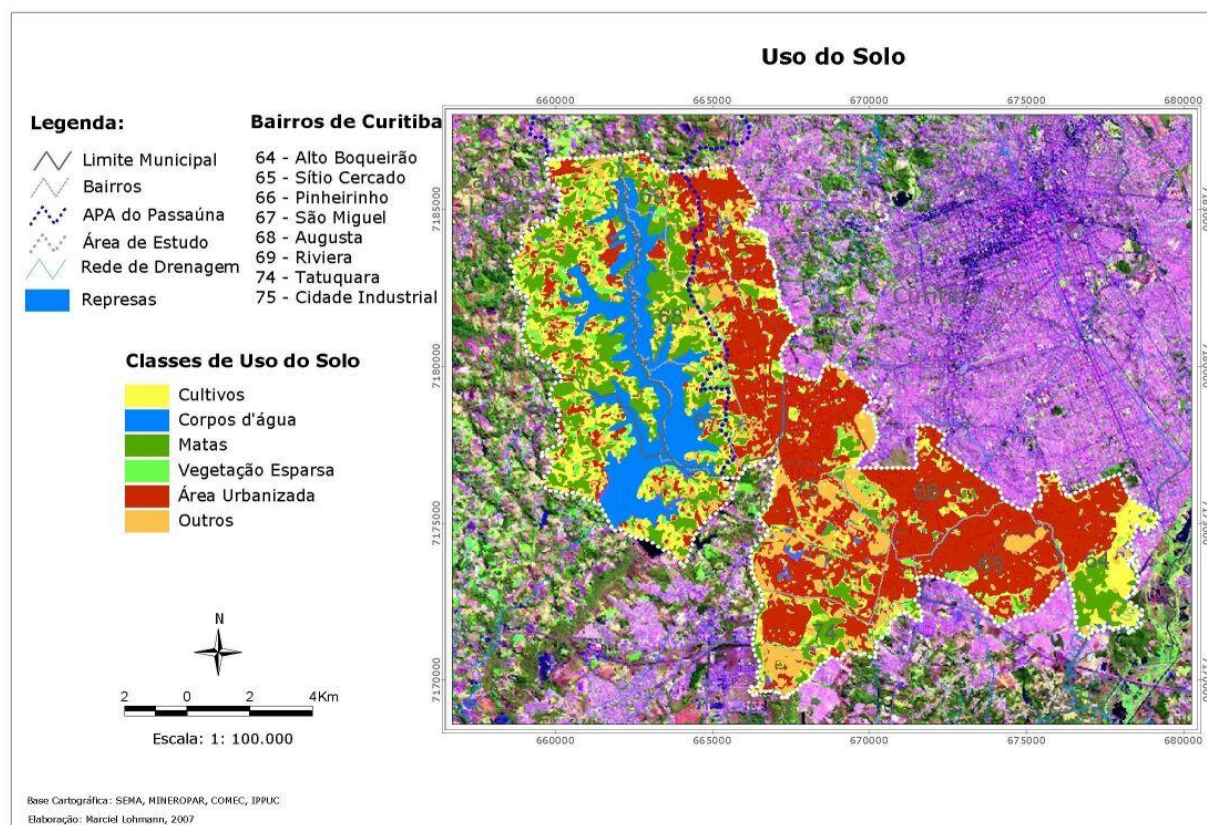
A imagem destaca uma área de aproximadamente 150,8 km² dos quais 10,8 km² correspondem à Represa do Rio Passaúna. No restante, observam-se a predominância de área urbanizada (54,6 km²) e a concentração de áreas vegetadas nos limites da APA da represa. Muito embora as manchas de ocupação urbana e das áreas de cultivo no interior da APA sejam relativamente pequenas em extensão, isto é preocupante, pela grande probabilidade de que seus efluentes líquidos venham a contaminar a água, apesar dos rigores da legislação de uso do solo na capital e na própria APA (BUSCH et al., 2008).

A APA do Passaúna foi criada pelo Decreto Estadual n°. 458/1991, segundo a resolução do CONAMA 10/88, com uma área de 16.020,04 ha, a qual envolveu inicialmente três municípios, além da Capital: Almirante Tamandaré, Araucária e Campo Largo, estendendo-se desde as nascentes do rio Passaúna até a barragem do reservatório (SOUZA, 2007).

O zoneamento da APA do Passaúna foi aprovado pelo decreto estadual n°. 832, de 26 de maio de 1995 (PARANÁ, 1995), e atualizado pela Lei Estadual n°. 13.027, de 22 de

dezembro de 2000, pelos moldes do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), instituído pela Lei Federal n.º 9.985 de 18 de julho de 2000.

FIGURA 19 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM PARTE DA REGIÃO SUDOESTE DO MUNICÍPIO DE CURITIBA EM 2006



Fonte: MINEROPAR, COMEC, IPPUC. Elaboração: Lohmann, 2007

Pela definição do SNUC, a área de proteção ambiental enquadra-se na categoria de Unidades de Uso Sustentável, que por sua definição desse uso, é “a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável” (BRASIL, 2000)

Em três dos municípios que são abrangidos pela APA do Passaúna observa-se a existência de zonas de urbanização consolidada, zonas de ocupação orientada e zonas industriais, uma vez que a APA do Passaúna abrange a Cidade Industrial de Curitiba e a Cidade Industrial de Araucária, conforme mostra a Figura 20.

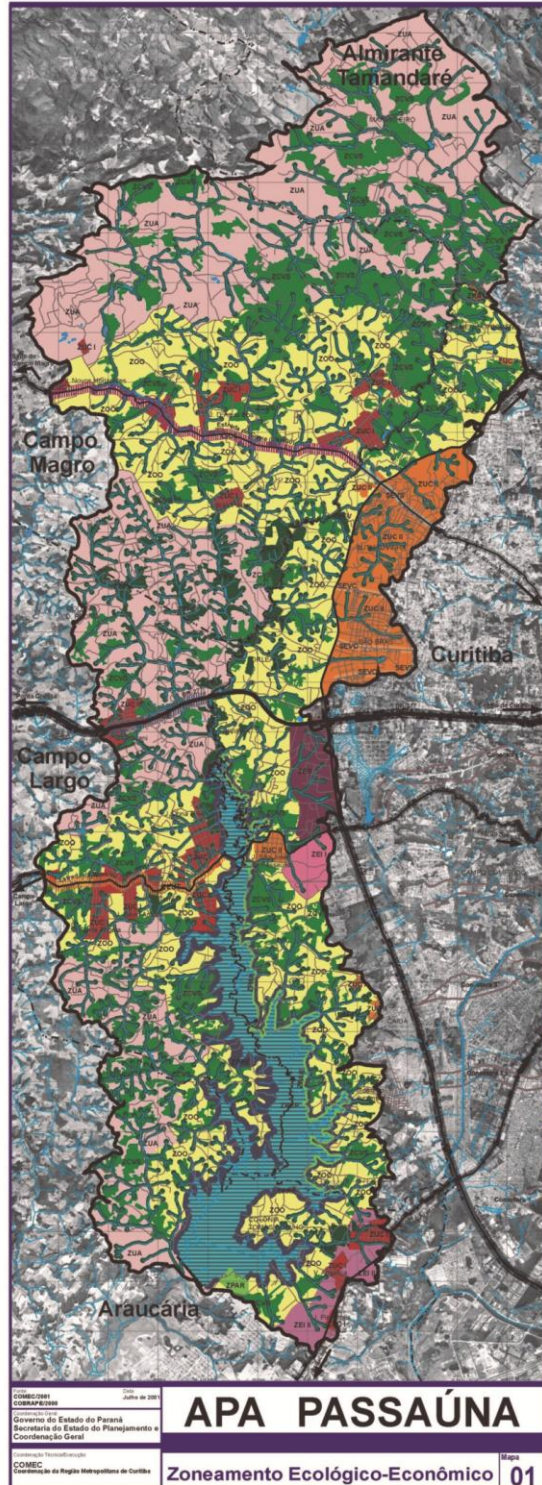
Apesar de estar classificada como uma das áreas protegidas da RMC, a APA do Passaúna apresenta um processo de urbanização em curso, o qual, caso continue a se expandir

desordenadamente, implicará o comprometimento futuro da qualidade e a ameaça ao abastecimento da água para a maior parte da região.

A APA situa-se em um espaço caracterizado pelas deficiências ocasionadas pelo processo de expansão urbana, sendo que os dois municípios que fazem parte da RMC (Araucária e Campo Largo) apresentam deficiência de saneamento, índices de desemprego, zonas rurais, violência urbana e falta de infraestrutura urbana.

FIGURA 20 - APA PASSAÚNA

- LEGENDA**
- Áreas de Urbanização Consolidada**
- ZUC I - Zona de Urbanização Consolidada I
 - ZUC II - Zona de Urbanização Consolidada II
- Áreas de Ocupação Orientada**
- ZOO - Zona de Ocupação Orientada
 - ZEI I - Zona Especial de Indústria I (CIC)
 - ZEI II - Zona Especial de Indústria II (CIAR)
 - ZES - Zona Especial de Serviços
 - SEVS - Setor Especial de Vias Setoriais
 - SEVC - Setor Especial de Vias Coletoras
 - CICS - Corredor Especial de Indústria, Comércio e Serviços - PR 000
 - CUE - Corredor de Uso Especial - BR 277
 - CEUT - Corredor Especial de Uso Turístico - PR 501
- Área Rural**
- ZUA - Zona de Uso Agropecuário
- Áreas de Restrição à Ocupação**
- ZREP - Zona da Represa
 - ZPRE - Zona de Proteção da Represa
 - ZPFV - Zona de Preservação de Fundo de Vale
 - ZCVS - Zona de Conservação da Vida Silvestre
 - ZPAR - Zona de Parques
 - ZRA - Zona de Recuperação Ambiental

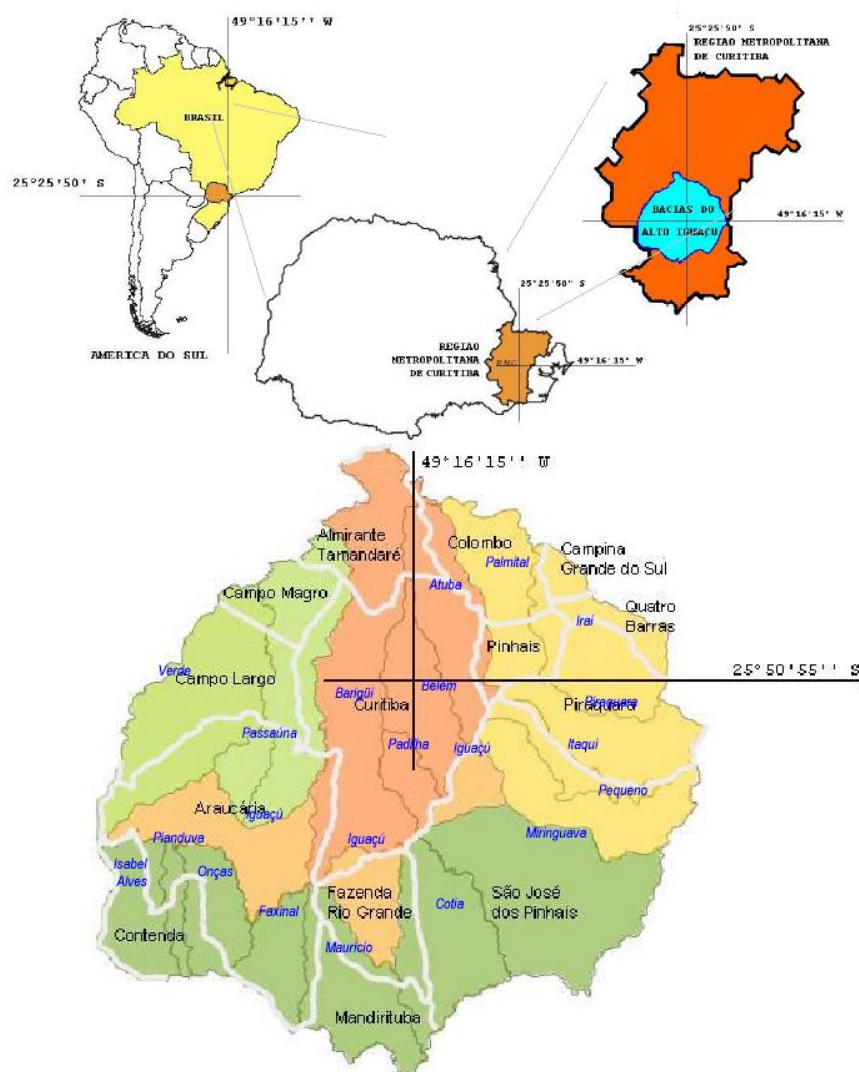


4.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PASSAÚNA

Segundo dados da SUDERHSA (2006), o Estado do Paraná possui apenas duas bacias hidrográficas, separadas pela Serra do Mar: a bacia Atlântica ou Litorânea a leste da Serra e a oeste, a bacia do Rio Paraná, que integra a bacia do Prata. Para efeito de estudos, o Estado do Paraná foi dividido em 16 bacias hidrográficas.

A área de estudo deste trabalho encontra-se localizada na bacia hidrográfica do rio Passaúna, que, por sua vez, integra a bacia hidrográfica do Iguazu (Figuras 21 e 22), sub-bacia do Alto Iguazu, na RMC.

FIGURA 21 - LOCALIZAÇÃO DO PARANÁ, REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, BACIA DO ALTÍSSIMO IGUAÇU E RIOS DO SUBSISTEMA DE MONITORAMENTO



Fonte: <http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa/index.shtml>, acessado em 2006

Estudos realizados por Sauniti et al., (2004) relatam que o substrato da bacia hidrográfica do rio Passaúna é composto por rochas metamórficas e ígneas do embasamento proterozóico, representado pelo Complexo Atuba e Grupo Açungui, diques de diabásio de idade mesozóica, sedimentos da Bacia de Curitiba, da Formação Guabirota e Depósitos Quaternários.

4.3.1 Clima

Na classificação segundo Koeppen, o tipo climático dessa área é o Cfb, mesotérmico úmido, sem estação seca, temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C e verões amenos. A pluviosidade do local é alta, com picos máximos entre janeiro e fevereiro, durante o verão, e mínimos entre os meses de abril e agosto, durante o outono e o inverno (SAUNITI et al., 2003).

Os dados de precipitação média de 1993 a 2003, fornecidos pela SUDERHSA, mostram que as precipitações médias observadas estão abaixo daquelas consideradas típicas para a região, que estão em torno de 336 mm para os meses mais chuvosos e 122 mm para os meses mais secos. Segundo Xavier (2005), esses dados são relevantes para avaliar possíveis aportes de matéria orgânica e nutrientes para os corpos d'água provenientes de enxurrada superficial. Como nesta sub-bacia existe grande atividade agrícola com uso de fertilizantes, a associação da época de aplicação com a precipitação média do período pode fornecer indicação de aumento na carga difusa de nutrientes e poluentes para os corpos d'água. Com estes dados, pode-se supor que nesta bacia existam condições favoráveis para que, durante a maior parte do ano, as chuvas possam carrear nutrientes e eventuais poluentes utilizados nas áreas agrícolas para os ambientes aquáticos, desenvolvendo-se assim uma atividade econômica considerada importante na área. Também, é possível supor que os esgotos lançados diretamente nos corpos d'água ou conectados de forma inadvertida às galerias de águas pluviais cheguem aos rios e ao reservatório.

4.3.2 Cobertura vegetal e usos do solo

Os dados apresentados a seguir foram obtidos por Xavier (2005), baseados em levantamentos feitos pelo Governo do Estado do Paraná (1995), pela COMEC (2001) e atualizados pela SUDERHSA (2001), Sauniti et al.,(2003) e Souza (2007).

Na região são encontradas tipologias vegetais primárias e secundárias típicas do planalto meridional, que são a Floresta Ombrófila Mista (floresta com *Araucaria angustifolia*), com associações de estepe gramíneo-lenhosa (campos), em áreas aluviais.

Segundo Xavier (2005), a maioria dos remanescentes florestais existentes hoje na área, em sua maioria correspondem à vegetação secundária; originados pela exploração da floresta com araucária, encontram-se inseridos em áreas urbanas, agrícolas e minerárias. Além dos remanescentes da vegetação primária e dos remanescentes locais com estágios de vegetação secundária, algumas áreas desmatadas foram parcialmente substituídas por plantios homogêneos de espécies exóticas como *Pinus* e *Eucalyptus*, ou por espécies nativas como a própria *Araucária* ou, mais comumente, pela bracatinga (*Mimosa scabrella*). Na região, o típico sistema agrícola inclui os cultivos tradicionais e a bracatinga.

Pequenas áreas com campos naturais podem ser encontradas à montante do Reservatório do Passaúna, ocupando o início de encostas suaves, a partir do limite dos campos alagados, em áreas menos sujeitas à inundações. Ainda na área à montante da represa existem remanescentes de várzeas, em áreas planas sujeitas à inundações, onde ocorre um acúmulo de água e matéria orgânica. Conforme já destacado, dentre as atividades antrópicas existentes na bacia, a agricultura é a mais importante. O sistema típico de cultivo inclui a rotação de culturas entre batata, milho e feijão. Existem na área várias safras que dependem de condições climáticas e do preço alcançado pelos produtos no mercado consumidor (DIAS, 1997).

Xavier (2005) relaciona os dados referentes à aplicação de fertilizantes nos meses mais chuvosos no período de junho a setembro. Isso permite inferir que existe probabilidade de que os fertilizantes sejam carregados para os corpos d'água, enriquecendo-os com nutrientes. Esse fato é importante, pois é justamente no início da primavera, quando as condições de luz e temperatura são ideais, que ocorre o maior aumento na taxa de produção primária do fitoplâncton.

Há a existência de suinocultura de médio porte na área de Campo Magro, cujos efluentes não são adequadamente tratados, constituindo-se numa importante fonte de poluição para os corpos d'água.

Na área à montante do reservatório encontra-se o antigo lixão da Lamenha Pequena. Esse lixão, que foi utilizado por cerca de 20 anos, situa-se na porção noroeste, a aproximadamente 150 metros da margem esquerda do rio Passaúna. Segundo Souza (2007),

com uma área de 0,13 km², o lixão atualmente encontra-se desativado, tendo sido selado logo após a formação do reservatório. O chorume gerado pelo lixão é coletado e conduzido a duas lagoas de contenção, onde, através do auxílio de motobombas, é novamente aspergido sobre a área aterrada. Contudo, ainda existe possibilidade desse efluente atingir o rio, especialmente em época de chuvas de grande intensidade, podendo, dessa forma, ser considerado como uma fonte difusa, porém intermitente, de poluentes e matéria orgânica capaz de consumir oxigênio do corpo d'água. Não existem estudos que demonstrem se além do escoamento superficial também existe a contaminação dos corpos d'água pelo chorume que é infiltrado no solo.

A bacia do Passaúna abriga, em parte, dois polos industriais: Cidade Industrial de Curitiba (CIC) e Cidade Industrial de Araucária (CIAR). De acordo com levantamentos do IAP e da SUDERHSA, as principais indústrias existentes na área são: Indústria de Papelão Höerlle, Farinheira Lunardon, Volvo do Brasil, Frigorífico Belpaladar, Abatedouro Campo Novo, Ouroplast e Frigorífico Bacacheri (temporariamente paralisado).

No seu estudo, Xavier (2005) aponta que algumas dessas indústrias possuem alta carga poluidora, porém todas possuem sistemas de tratamento de efluente industrial, mesmo que em alguns casos a eficiência atingida não seja satisfatória. Existe a possibilidade de eventuais falhas nos sistemas de tratamento, as quais podem impactar de forma grave os corpos d'água. Como esses sistemas não foram projetados para remoção de fósforo e nitrogênio, essas indústrias podem ser importantes fontes pontuais de nutrientes para o reservatório. A Mentox Indústria Química, que produzia fertilizantes e agrotóxicos, sendo, portanto, considerada de alto risco para a contaminação das águas, foi retirada da área logo após a formação do reservatório. Também existe na área um posto de combustível de grande porte que pode ser considerado como fonte pontual de poluição. O grande desenvolvimento industrial e de serviços na bacia deve-se principalmente à malha viária da área. O rio Passaúna à montante do reservatório é cortado pela BR 277, que liga o interior do Estado ao Porto de Paranaguá. A bacia é ainda cortada pela Estrada do Cerne, Estrada da Ferraria e pelo Contorno Norte. Essa situação torna a área sujeita a ocorrência de acidentes, especialmente com cargas perigosas, tendo-se em vista o grande fluxo de caminhões especialmente na BR 277.

A maior parte da bacia está ocupada por vegetação, e a área ocupada por cada um dos usos encontra-se sumarizada na Tabela 6. Pelos dados obtidos é possível verificar que nessa bacia a área destinada à atividade agrícola é bastante expressiva, ocupando aproximadamente 63 km². Esse fato é muito importante no que se refere à qualidade da água do reservatório.

Nessas áreas existe aplicação de fertilizantes/defensivos e, conforme comentado, poucas propriedades possuem manejo conservacionista. Essa situação faz com que a concentração de nutrientes na enxurrada aumente consideravelmente (SOUZA, 2007; XAVIER, 2005).

TABELA 6 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO PASSAÚNA E RESPECTIVAS ÁREAS OCUPADAS

USO DO SOLO	ÁREA (KM2)	ÁREA (%)
Afloramento rochoso	0,006	0,004
Água	8,844	5,866
Área alagada	0,534	0,354
Área industrial	1,209	0,802
Área urbana de baixa densidade	6,962	4,617
Área urbana de média densidade	1,926	1,277
Armazéns/silos	0,112	0,074
Campo	32,857	21,792
Cultura permanente	0,010	0,007
Cultura temporária	30,405	20,166
Granja	0,069	0,046
Loteamento	0,104	0,069
Mineração	0,696	0,462
Solo exposto	0,641	0,425
Vegetação arbórea natural	51,375	34,074
Vegetação arbórea plantada	8,121	5,386
Vegetação arbustiva natural	5,445	3,611
Vila	1,457	0,966
Total processado	150,774	100,01
Total da bacia	216,682	69,583

Fonte: COMEC (2001) modificado por Xavier (2005).

Sauniti et al., (2003), ao comparar o uso e a ocupação do solo no período ocorrido entre 1991 e 2000, conclui que houve um incremento em torno de 13% para as áreas ocupadas com agricultura, pastagem, cultura permanente e desmatamento, onde predomina a cobertura vegetal mais baixa, com maior ação de intervenção no solo, acelerando o processo erosivo, e redução da ordem de 6% nas áreas de preservação ocupadas por floresta aluvial, campo, reflorestamento e várzea.

4.3.3 Meio socioeconômico: uma breve abordagem

A ocupação urbana corresponde a pouco mais de 11 km² dos 216,68 km² que compõem a bacia do rio Passaúna. De acordo com dados da SANEPAR (2004), a população residente na bacia do Passaúna é de aproximadamente 57.248 habitantes. Essa população

encontra-se distribuída em 147 loteamentos aprovados, dos quais 70% estão localizados no município de Curitiba, 16% em Campo Largo, 9% em Campo Magro e 4% em Araucária. O município de Almirante Tamandaré não possui loteamentos aprovados na área (COMEC, 2001).

Esses loteamentos são considerados de alta a média densidade, ou seja, ainda existe possibilidade de aumento no adensamento populacional. Quanto às ocupações irregulares, estudos realizados pelo consórcio COMEC (2001) constataram a ocorrência de 32 núcleos (como já dito) abrigando 2.656 famílias. Como no caso dos loteamentos aprovados, a maioria das áreas de invasão está localizada no município de Curitiba.

No que se refere ao saneamento básico, praticamente 100% dos loteamentos da bacia são atendidos com água tratada (XAVIER, 2005). Parte dessa água é proveniente do próprio Reservatório do Passaúna e parte do aquífero Karst. Existem ainda loteamentos situados no município de Campo Largo que são abastecidos por poços artesianos.

De acordo com levantamentos da SANEPAR (2004), cerca de 26% dos esgotos gerados na bacia são coletados e desviados dos cursos d'água formadores do reservatório. Nos municípios de Araucária e Almirante Tamandaré não existem ligações de esgoto, portanto a porcentagem de esgoto coletada refere-se apenas aos municípios de Curitiba, Campo Largo e à sede do Município de Campo Magro.

Pelos dados levantados, é possível concluir que o aporte de esgotos aos corpos d'água é suficiente para promover o desenvolvimento de populações estáveis de fitoplâncton, possibilitando a ocorrência ocasional de florações de algas ou macrófitas aquáticas, nos períodos em que as condições climáticas sejam favoráveis.

Xavier (2005) aponta que, de modo geral, toda a região é atendida por serviço de coleta de lixo domiciliar. Existem programas de separação e coleta especial para lixo hospitalar. A coleta e destinação dos resíduos sólidos industriais são responsabilidade dos geradores.

Quanto à questão da drenagem urbana, em boa parte da área a situação é crítica. Apesar da taxa de impermeabilização do solo ainda ser baixa, as altas inclinações contribuem para aumentar o coeficiente de escoamento superficial. Além disso, a constituição geológica da área mostra um elevado percentual de terrenos argilosos, com pouca permeabilidade. Nas áreas de invasão a situação se agrava, visto que estão em área cujo relevo é bastante acidentado ou em áreas de fundo de vale, próximas às margens dos rios.

A mesma autora observa, também, que de acordo com as conclusões da atualização do zoneamento ecológico-econômico da APA do Passaúna (COMEC, 2001), três importantes fatores decorrem dessas situações: a) a inclinação do terreno, associada a solos de baixa permeabilidade, onde não existem estruturas para drenar as águas de chuva, propicia a erosão em sulcos dos solos, sendo que em alguns casos já são observadas voçorocas em seu estágio inicial; b) as valetas abertas conduzem ao mesmo tempo esgoto sanitário e águas pluviais, agravando a contaminação dos corpos d'água, em especial do reservatório do Passaúna; c) existe um risco considerável de desabamentos e inundações, especialmente nas casas construídas em cotas inferiores às ruas em encostas íngremes e em fundos de vale.

Como a bacia do rio Passaúna, desde o início de sua colonização, apresenta boa aptidão agrícola, atualmente existe na área um grande número de propriedades rurais dedicadas principalmente ao cultivo de alimentos. Observa-se que alguns agricultores adotam o plantio em nível, inclusive em propriedades lindeiras ao reservatório. Contudo, não foi possível diagnosticar outras práticas que visem reduzir os processos erosivos do solo, minimizando o carreamento de fertilizantes e agroquímicos para os corpos d'água.

Segundo informações da SUDERHSA, existem ainda problemas com relação ao atendimento do aumento da demanda de água, eventos hidrológicos críticos, conflitos no uso dos recursos hídricos, bem como na diluição dos esgotos domésticos na bacia em questão.

Diante dos dados acima expostos, bem como dos estudos efetuados pelos diversos autores e fontes citados, pode-se concluir que os rios contribuintes do reservatório Passaúna encontram-se bastante impactados, e que estes impactos estão relacionados aos usos do solo nas bacias de drenagem. Da mesma forma, indicam que o reservatório do Passaúna encontra-se em vias de eutrofização.

4.4 REPRESA DO PASSAÚNA

O reservatório da barragem do rio Passaúna situa-se nos municípios de Curitiba e Araucária, no compartimento geomorfológico denominado Primeiro Planalto Paranaense.

A barragem do rio Passaúna foi construída entre 1985 e 1989, e o represamento da água da bacia hidrográfica aconteceu a partir de setembro de 1990, com a finalidade de abastecimento público e atenuação de cheias, podendo, entretanto, ser utilizado para outros fins. A barragem tem aproximadamente 22 m de altura, com um lago de 12 km² (em época de

cheia) e um volume útil de 48.000.000 m³ com uma vazão regularizada de 0,5 m³ por segundo, comprimento de 10 km e área de inundação de cerca de 9 km² -(SUREHMA, 1992).

A Figura 23 mostra a área destinada para a construção da Represa e Figura e 24 as obras de terraplanagem do terreno no início dos anos 80. As Figuras 25 e 26 mostram a torre de captação de água da Represa antes da formação do lago.

FIGURA 23 - ÁREA DESTINADA À REPRESA



Fonte: Acervo ETA – SANEPAR

FIGURA 24 - TERRAPLANAGEM REPRESA



Fonte: Acervo ETA – SANEPAR

FIGURA 25 - TORRE DE CAPTAÇÃO



Fonte: Acervo ETA – SANEPAR

FIGURA 26 - TORRE DE CAPTAÇÃO



Fonte: Acervo ETA – SANEPAR

Na Figura 27 aparece a construção da barragem do rio Passaúna e na Figura 28 podemos observar o início do enchimento do lago do reservatório.

FIGURA 27 - CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM



Fonte: Acervo ETA – SANEPAR

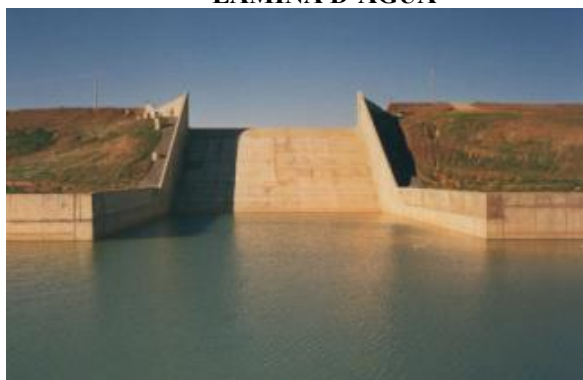
FIGURA 28 - ENCHIMENTO DO LAGO



Fonte: Acervo ETA – SANEPAR

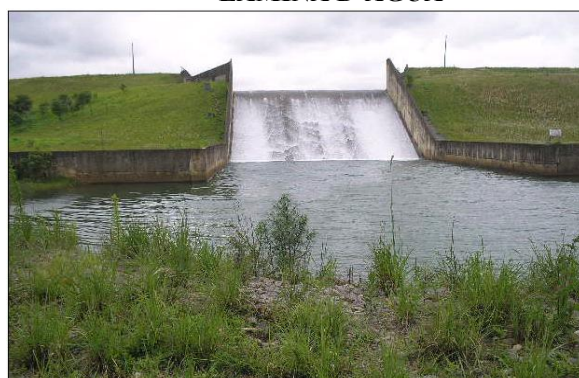
O canal extravasador, concluído antes do enchimento total da Represa, está apresentado na Figura 29. Já a Figura 30 apresenta o mesmo canal, na atualidade, quando o lago da Represa ultrapassa a sua capacidade de acumulação formando lâmina d'água.

FIGURA 29 - CANAL EXTRAVASADOR SEM LAMINA D'ÁGUA



Fonte: Acervo ETA – SANEPAR

FIGURA 30 - CANAL EXTRAVASADOR COM LAMINA D'ÁGUA



Fonte: BUSCH, 2008

A profundidade máxima do Reservatório é de 15m e a média é de 6,5m, com um tempo de detenção médio das águas maior do que 5 meses. O reservatório do Passaúna não apresenta variações significantes na temperatura da coluna d'água, em virtude da sua profundidade média (ORIENTA, 2004).

As Figuras 31 e 32 mostram uma vista aérea e uma visão parcial do reservatório do Passaúna.

FIGURA 31 - VISTA AÉREA DO RESERVATÓRIO PASSAÚNA



Fonte: Acervo ETA – SANEPAR

FIGURA 32 - VISÃO PARCIAL DA REPRESA DO PASSAÚNA



Fonte: Pesquisadores Linha Urbano, 2007

Sauniti, Fernandes e Bittencourt (2004) ao estudarem o assoreamento do reservatório da barragem do rio Passaúna, colocam que a ocupação antrópica pela expansão dos municípios no entorno do reservatório, o desflorestamento e o crescimento da área com agricultura na bacia hidrográfica causaram impactos imediatos no reservatório não só pelo aumento de cargas difusas e esgotos clandestinos, mas também pela produção de sedimento.

Na área do entorno do reservatório foram identificadas fontes de produção de material sedimentar. Através do imageamento do fundo do reservatório verificou-se a ocorrência de assoreamento em vários pontos no antigo canal principal do rio Passaúna e na foz de tributários. As condições urbanísticas existentes no ano de 1991, comparadas ao ano de 2002, indicam que houve degeneração para situações mais críticas, relacionadas com o tipo de uso e ocupação, sobretudo pela intensificação das áreas com urbanização, e condições deficitárias de infraestrutura de saneamento urbano.

Em vários outros locais do reservatório foi verificada também a presença de material depositado após o enchimento do lago. No período entre o enchimento da Represa, realizado em setembro de 1990, e a amostragem, ocorrida em novembro de 2002, registraram-se taxas de assoreamento entre 0,66 a 3,04 cm/ano. Essas taxas de sedimentação encontradas em alguns locais do reservatório implicam perda considerável no volume de acumulação do mesmo.

O assoreamento do reservatório tem afetado a qualidade da água e comprometido seu uso para o consumo humano com a criação de condições para a proliferação de algas. O tratamento da água tem exigido aumento no tempo de permanência da água nas unidades de tratamento e a aplicação de vários produtos químicos para manter os padrões exigidos para abastecimento humano (SANEPAR 2002).

Carvalho et al., (2000) descrevem que os sedimentos não são somente um dos maiores poluentes da água, mas também servem como catalisadores, carreadores e agentes fixadores para outros agentes poluidores. O sedimento degrada a água para consumo humano, industrial, entre outros. Os autores relatam, ainda, que produtos químicos e lixo são assimilados sobre e dentro das partículas, tornando-as agentes potencializadores dos problemas causados por pesticidas, agentes químicos provenientes do lixo, resíduos tóxicos, nutrientes e bactérias patogênicas.

Após o estudo realizado no reservatório, Sauniti, Fernandes e Bittencourt (2004, p.80) concluíram que “o desenvolvimento da região e o uso indiscriminado do solo levaram

praticamente à erradicação das florestas. Atualmente a vegetação natural mais expressiva é caracterizada por pequenas áreas de floresta aluvial (mata ciliar) e capoeira, que representam apenas 5,53% da área da bacia hidrográfica. A capoeira tem substituído o capoeirão, e constitui um dos focos para ações de recuperação e preservação”.

Outra conclusão desses autores é a de que a “bacia hidrográfica do reservatório foi atingida pelo crescimento do processo erosivo decorrente do uso e ocupação do solo, com aumento da área de agricultura e desmatamento (ações antrópicas) em áreas com solos constituídos de perfis mais imaturos (fator natural), provocando mudanças no comportamento hídrico da região e transporte do material ao reservatório”. Consideram eles que é “muito forte a tendência do aumento da urbanização nas áreas de influência direta da estrada do Cerne e estrada da Ferraria. As condições da infraestrutura de saneamento dos loteamentos existentes na área da bacia hidrográfica são críticas para a manutenção da qualidade e quantidade da água do reservatório da barragem do rio Passaúna”.

Sauniti, Fernandes e Bittencourt (2004) destacam, também, a ocorrência de “transposições viárias sobre o rio Passaúna (BR-277 e estrada da Ferraria), em córregos e fundos de vale, sem os devidos cuidados para minimização de acidentes que podem impactar negativamente na qualidade da água”. Afirmam que, devido à aproximação de Curitiba, a pressão a novas ocupações (habitações / serviços / indústrias) torna a área da bacia hidrográfica crítica, no sentido de garantir o balanceamento adequado entre a conservação ambiental e a ocupação do território.

O reservatório do Passaúna atualmente é responsável pelo abastecimento de cerca de 20% da população da Região Metropolitana de Curitiba (aproximadamente 600.000 habitantes), produzindo 2.000 litros de água por segundo.

A avaliação da qualidade da água no reservatório do Passaúna permite identificar interferências e/ou conflitos de usos quanto à qualidade e preservação do manancial. Segundo dados de Orienta (2004), e de acordo com a Lei Estadual nº. 8935, de 7 de março de 1989, que "Dispõe Sobre Requisitos Mínimos Para as Águas Provenientes de Bacias Mananciais Destinadas a Abastecimento Público e adota outras providências", em seu Art. 1º., as águas provenientes de bacias mananciais destinadas a abastecimento público deverão satisfazer os requisitos mínimos para o enquadramento na Classe 2, especificada na Resolução nº. 20/86, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, e Portaria SUREHMA nº. 20 de 12 de maio de 1992 (que enquadra os cursos d'água da Bacia do rio Iguaçu). Os cursos d'água que

compõem o sistema de abastecimento do reservatório do Passaúna, estão classificados como Águas Doces Classe 2. Esse enquadramento, permanece o mesmo, segundo os critérios da Resolução 357/05 do CONAMA (ANEXO 1).

De acordo com essa Resolução do CONAMA, corpos d'água enquadrados como Classe 2 (Tabela 7) são possíveis de destinação para abastecimento doméstico após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, criação natural e aquicultura e atividade de pesca.

TABELA 7 - LIMITES ESTABELECIDOS PELA RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 PARA CORPOS D'ÁGUA CLASSE 2

PARÂMETRO	LIMITE MÁXIMO	UNIDADE
Oxigênio dissolvido	≥5,0	mgL ⁻¹ O ₂
Fósforo*	0,050	mgL ⁻¹ P
Nitrato	10,0	mgL ⁻¹ NO ₃ -N
Nitrito	1,0	mgL ⁻¹ NO ₂ -N
Nitrogênio amoniacal	2,0	mgL ⁻¹ NH ₄ -N
DBO	≤5,0	mgL ⁻¹ O ₂
Coliformes fecais	1000	NMP/100mL
DQO	Sem limite	mgL ⁻¹ O ₂

(*) limite para rios formadores de reservatório

4.5 OS AGLOMERADOS URBANOS DE FERRARIA E SÃO JOSÉ

Os bairros de Ferraria, em Campo Largo, e de São Miguel, Augusta e Riviera, em Curitiba, estão inseridos na APA do Passaúna, ficando, portanto, sujeitos às diretrizes estabelecidas pelo zoneamento econômico-ecológico da mesma.

Nos procedimentos para especificar o recorte espacial foi traçado um *buffer* de 1,5km sobre a área (Figura 33), o qual englobou os bairros São Miguel e Augusta, e parte dos bairros Riviera e Ferraria.

O recorte espacial específico para o trabalho ficou composto pela Vila São José, que integra o bairro Augusta, em Curitiba, e pelo bairro de Ferraria, em Campo Largo (Figura 34), pois como foi mencionado anteriormente esses aglomerados urbanos estão localizados às margens da represa do Passaúna, apresentam urbanização intensiva e deficiência em relação ao esgotamento sanitário (IPPUC, 2004).

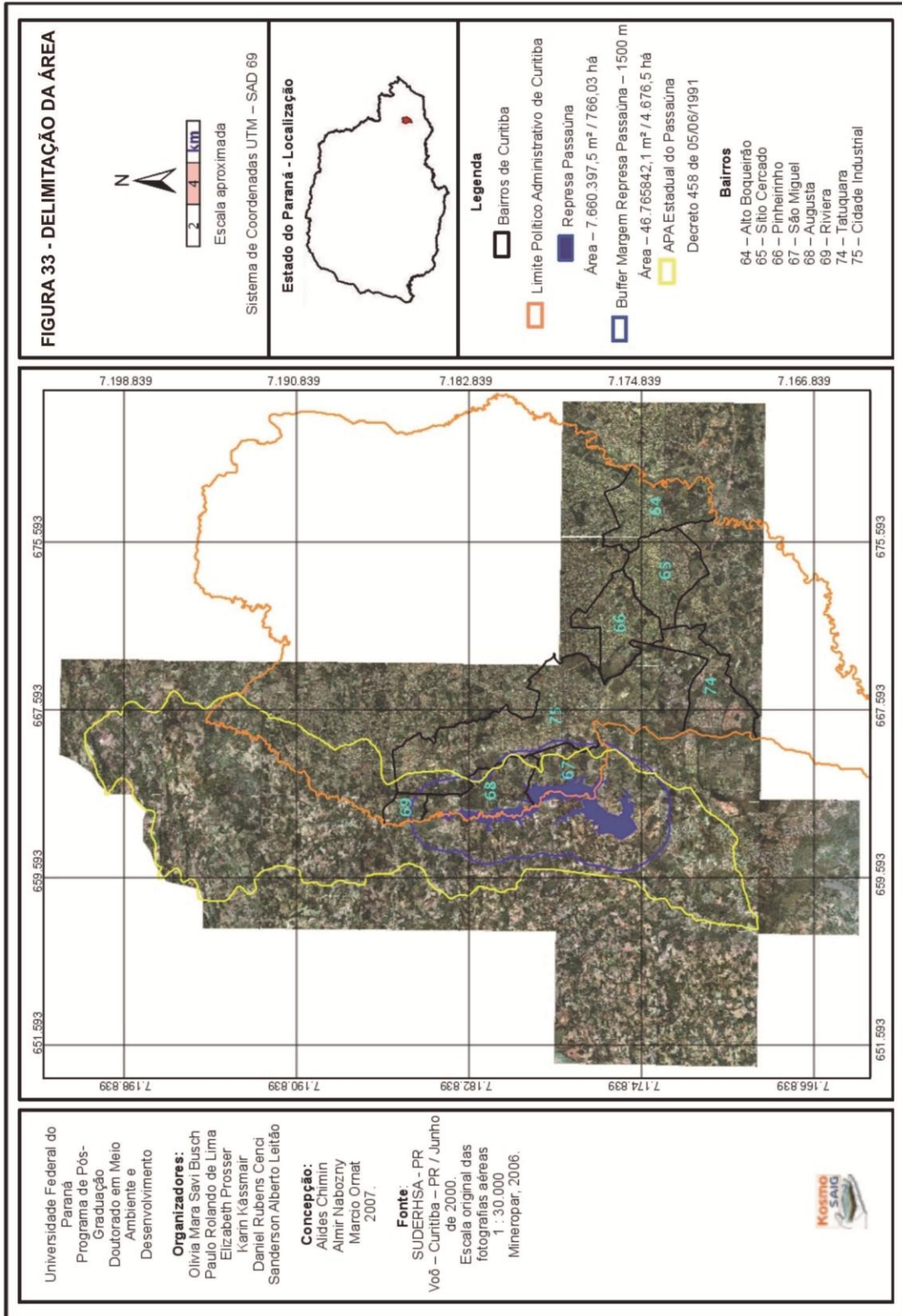
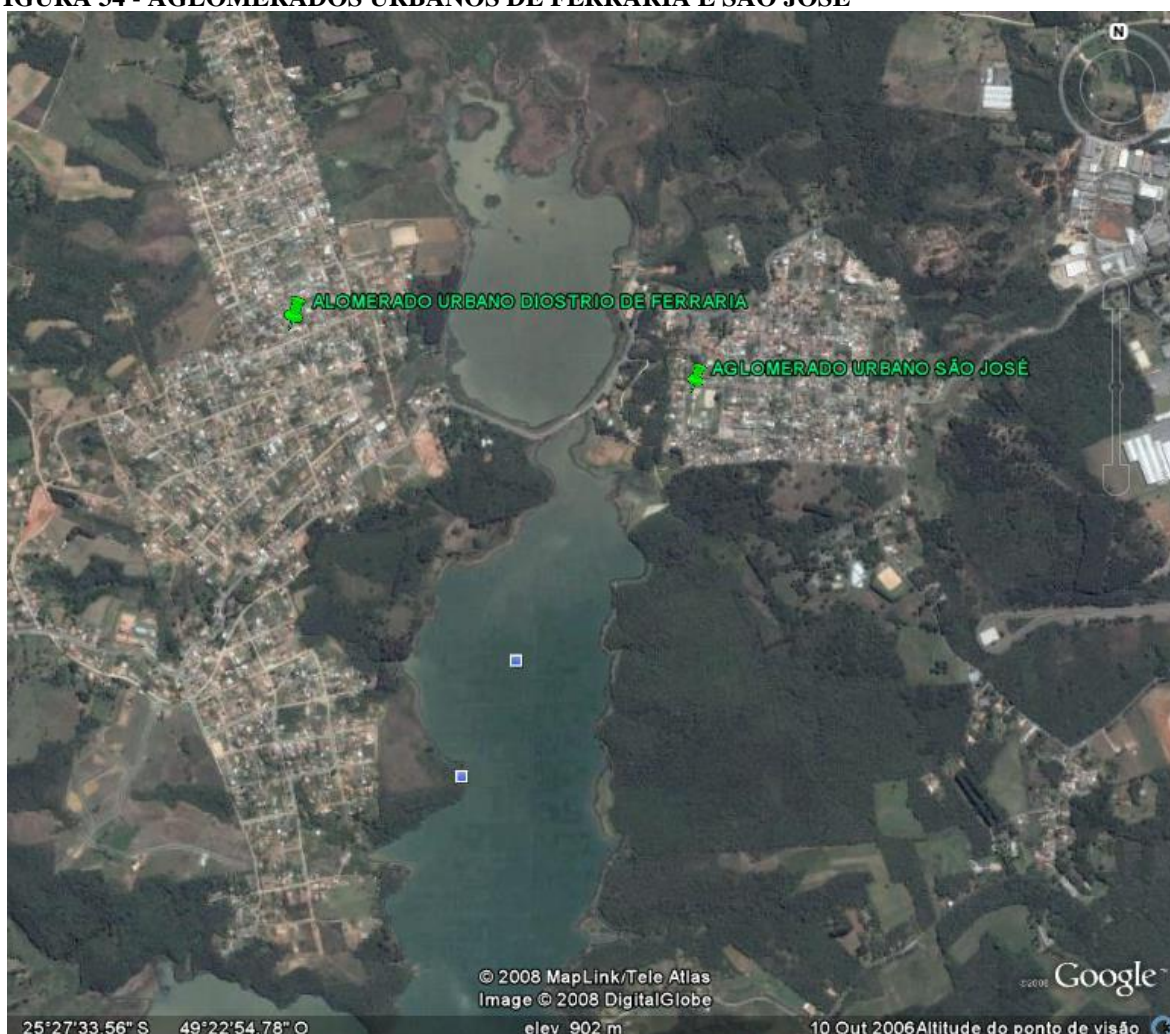


FIGURA 34 - AGLOMERADOS URBANOS DE FERRARIA E SÃO JOSÉ

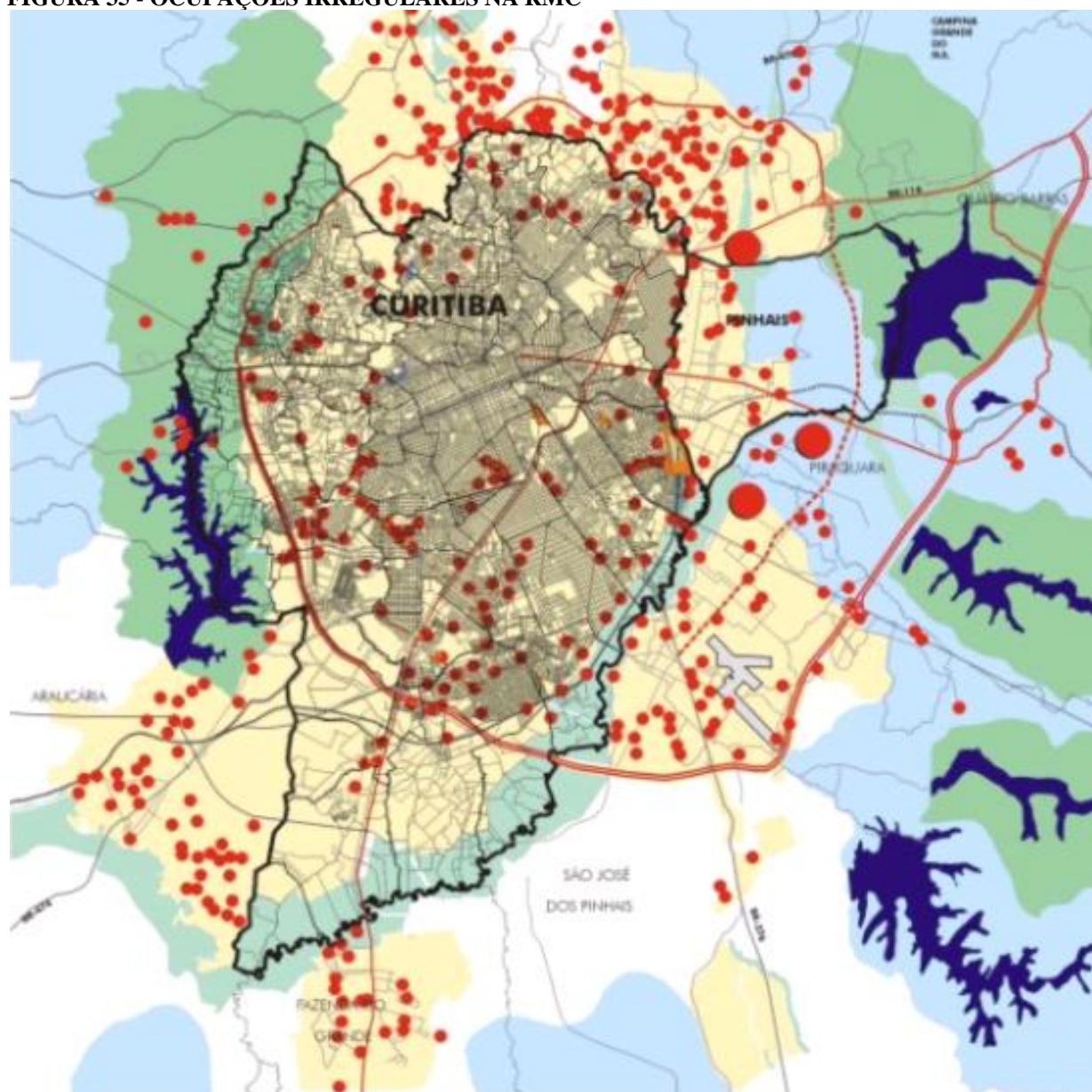
Fonte: Google Earth, Nov. 2008 – adaptado por Busch.

A urbanização dessas duas áreas ocorreu de forma desordenada e em um tempo relativamente recente. A vila São José, por exemplo, apresenta uma ocupação urbana que se iniciou em 1986 e a partir dos anos 90 sofreu intensificação, assim como a maior parte dos bairros da região sudoeste da RMC.

Na Figura 35 podemos observar a evolução das áreas com ocupações irregulares em 1985 e em 1999, e podemos perceber que as duas áreas, Ferraria e Vila São José, já apresentavam áreas ocupadas irregularmente em 1999 (IPPUC, 2004).

Ainda nos dias atuais os dois aglomerados urbanos apresentam áreas de ocupação irregular, que na maioria dos casos estão nos locais mais próximos da represa e nos fundos de vale, os quais estão mais sujeitos às inundações.

FIGURA 35 - OCUPAÇÕES IRREGULARES NA RMC



■ ÁREAS OCUPADAS EM 1985 ● ÁREAS OCUPADAS EM 1999 ● GRANDES OCUPAÇÕES EM 1999

Fonte: PMC (1985); COMEC (2001).

Essa forma de ocupação está mais concentrada na área da Vila São José, onde, perto da represa, existem várias arruelas com habitações contíguas, dispostas de modo irregular, formando um verdadeiro labirinto que torna o tráfego de veículos impraticável. Tal fato está representado nas Figuras 36 e 37, sendo que a Figura 36 mostra as ocupações irregulares e o veículo de um dos moradores da área central, que é impedido de chegar com o mesmo próximo a sua residência. Esse contorno na disposição das moradias impede a entrada de

caminhões para coleta de lixo, ambulâncias e qualquer tipo de atendimento à população que necessite da entrada de veículo motorizado. Não existe espaço nos lotes nem para quintal ou jardim, assim o número de crianças nas vielas é constante.

FIGURA 36 – ÁREA DE INVASÃO EM SÃO JOSÉ



Fonte: BUSCH (2008)

FIGURA 37 - VIA INTERNA ÁREA DE INVASÃO EM SÃO JOSÉ



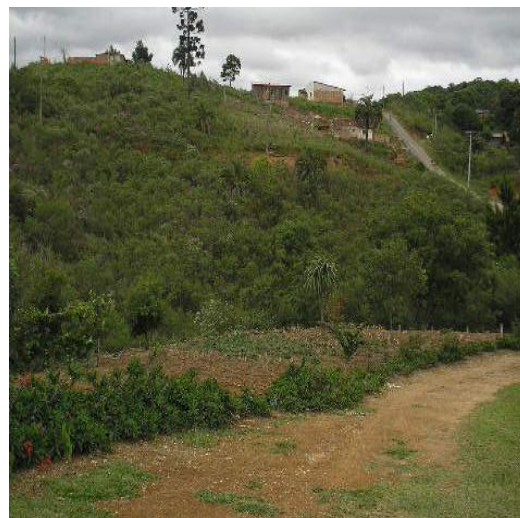
Fonte: BUSCH (2008)

Os dois aglomerados exibem terrenos acidentados com declives acentuados (Figura 38), o que provoca o carreamento tanto de terra como de lixo (Figura 39) para as bordas e o corpo da represa.

FIGURA 38 - ÁREA COM DECLIVE ACENTUADO EM SÃO JOSÉ (ESQUERDA) E FERRARIA (DIREITA)



Fonte; Pesquisadores Linha Urbano (2007)



Fonte: BUSCH (2008)

**FIGURA 39 - LIXO ÀS MARGENS DA
REPRESA EM FERRARIA**



Fonte: BUSCH (2008)

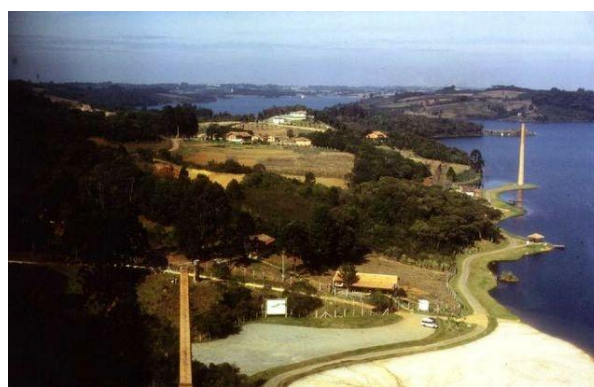
Observa-se que as partes mais planas e altas do assentamento urbano estão normalmente ocupadas por domicílios bem construídos e com atendimento de infraestrutura adequada, como no caso de um condomínio fechado que está sendo construído em Ferraria (Figura 40) e também desfruta de um dos horizontes mais belos da região, com vista para o Parque do Passaúna (Figura 41).

**FIGURA 40 - CONDOMÍNIO FECHADO EM
FERRARIA**



Fonte: Pesquisadores Linha Urbano (2007)

FIGURA 41 - PARQUE DO PASSAÚNA



Fonte: IPPUC (2004)

À medida que vai aumentando a declividade, as construções vão apresentando formato mais simples (Figuras 42 e 43), as ruas apresentam calçamento deficitário, os passeios não são adequados, embora os loteamentos sejam regulares.

FIGURA 42 - LOTEAMENTOS REGULARES EM FERRARIA



Fonte: Pesquisadores Linha Urbano (2007)

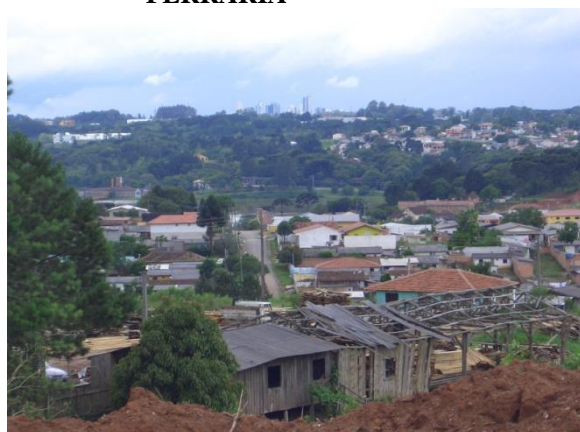
FIGURA 43 - LOTEAMENTOS REGULARES EM SÃO JOSÉ



Fonte: Pesquisadores Linha Urbano (2007)

E por último, ao final das ruas em declive, já praticamente às margens da represa, encontram-se as moradias com poucas condições de habitabilidade (Figuras 44 e 45) e infraestrutura deficitária, como por exemplo, ligação clandestina de esgoto em rede de água pluvial (Figura 46), ou mesmo ausente como citado anteriormente.

FIGURA 44 - ÁREA DE INVASÃO EM FERRARIA



Fonte: Pesquisadores Linha Urbano (2007)

FIGURA 45 - ÁREA DE INVASÃO EM SÃO JOSÉ



Fonte: Pesquisadores Linha Urbano (2007)

**FIGURA 46 - REDE ÁGUA PLUVIAL COM
ESGOTO EM SÃO JOSÉ**



Fonte: BUSCH (2008)

Na Figura 47, pode-se observar o delineamento do aglomerado urbano formado em Ferraria e na Figura 48 a localização do bairro Augusta, onde esta inserida a Vila São José.

FIGURA 47 - ORTOFOTOGRAFIA BAIRRO FERRARIA - 2007

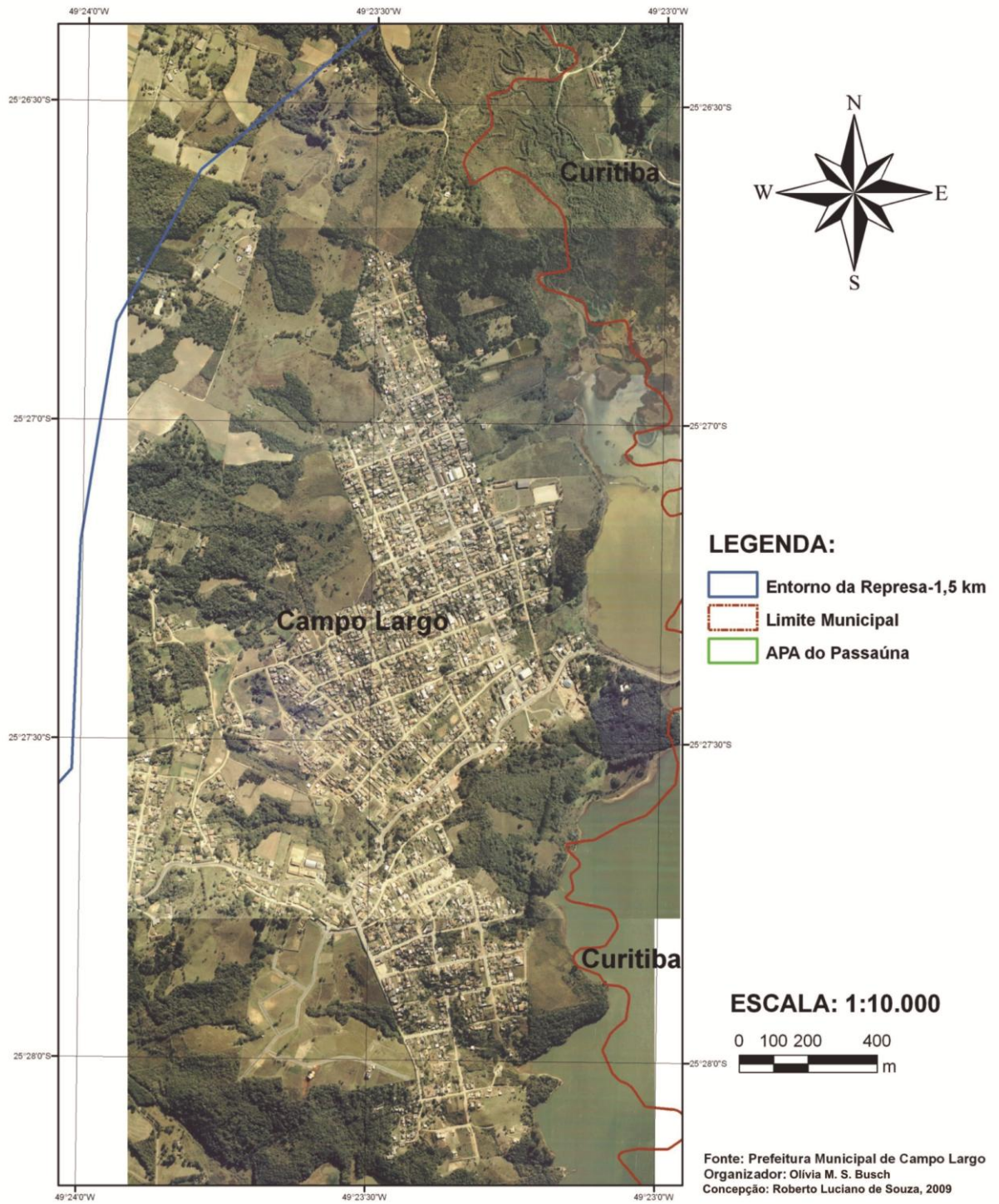
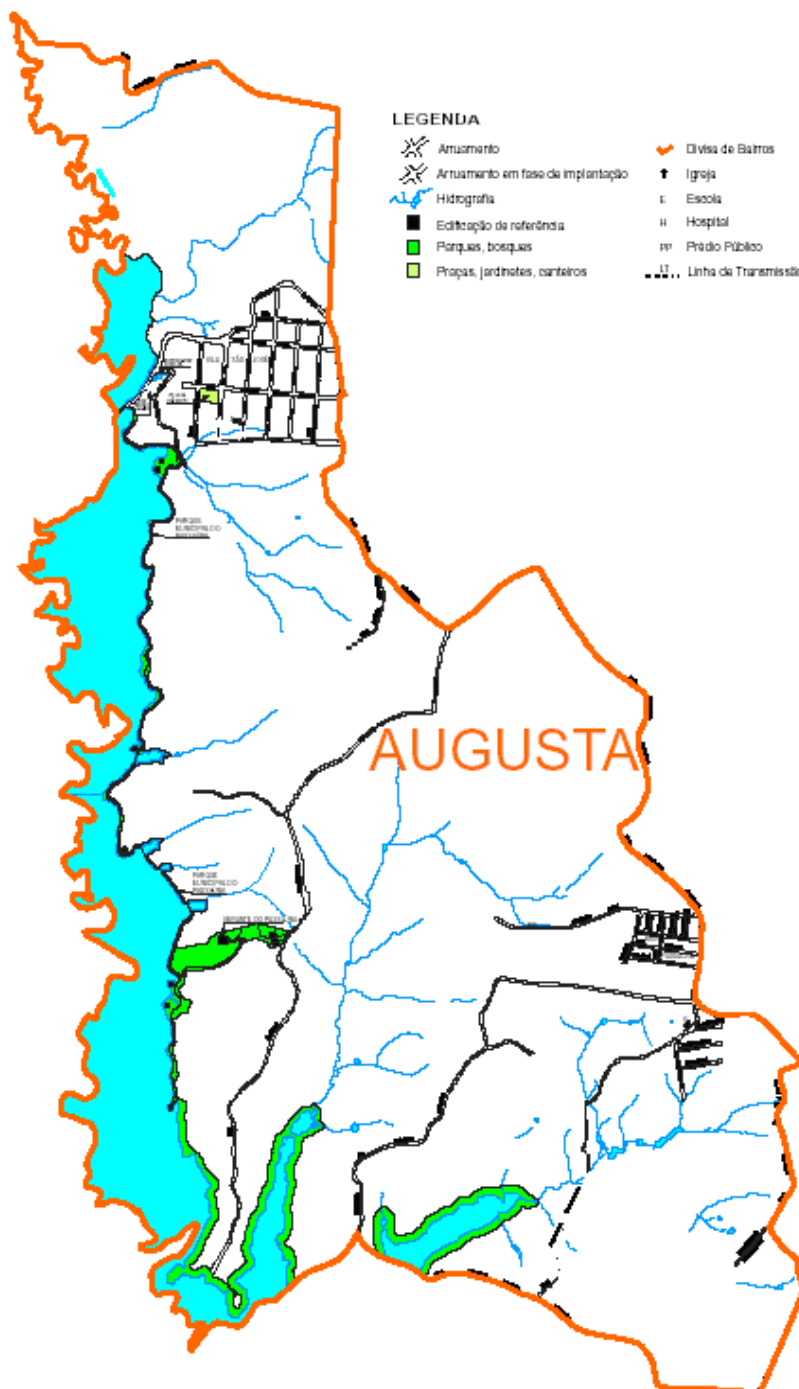


FIGURA 48 - BAIRRO AUGUSTA



Fonte: Decreto Municipal n. 774/75 - Elaboração IPPUC – jun/2005 – adaptado Busch (2008) (sem escala)

Com relação ao número de domicílios, o bairro Augusta contava em 1996 com 833 domicílios e apresentou um crescimento de 4,6%, chegando ao ano de 2000 com 997

domicílios. Em Ferrara havia 3.305 domicílios em 2000 e nos últimos sete anos esse número cresceu 19,83%, apresentando 4123 domicílios (IBGE, 2000 e 2007).

Em relação ao esgotamento sanitário, o bairro Augusta, segundo o censo de 2000, possuía 619 domicílios com banheiro ou sanitário ligado à rede coletora de esgotos; 52 domicílios destinavam os seus efluentes para fossa séptica, porém, 317 domicílios (31,86%) dirigiam os seus resíduos líquidos para fossa rudimentar, vala ou rio, como é visto na Figura 49.

FIGURA 49 - ESGOTO À CEU ABERTO EM SÃO JOSÉ



Fonte – BUSCH (2008)

Atualmente, na Vila São José existe rede coletora de esgoto com encaminhamento para tanque de tratamento situado próximo às margens da represa, todavia existem canalizações clandestinas de esgoto doméstico na rede de água pluvial (Figura 50).

A canalização de esgoto na rede de água pluvial foi verificada também durante a coleta de amostras de água em um dia de chuva intensa, pelo extravasamento de um poço de visita localizado na parte mais baixa da Vila São José, a poucos metros da represa do Passaúna. (Figura 51), com matérias características de efluente doméstico.

FIGURA 50 - ESGOTO EM GALERIA DE ÁGUA PLUVIAL EM SÃO JOSÉ

Fonte: Pesquisadores Linha Urbano (2007)

FIGURA 51 - POÇO DE VISITA EM SÃO JOSÉ EXTRAVAZANDO

Fonte: BUSCH (2008)

Já em Ferraria existe rede coletora de esgoto implantada, como mostra a Figura 52, porém os domicílios não são interligados à mesma, porque não existe local para a destinação final adequada dos efluentes, segundo as informações fornecidas pela Prefeitura de Campo Largo. Assim a solução encontrada pelos moradores é a destinação para fossa ou disposição a céu aberto.

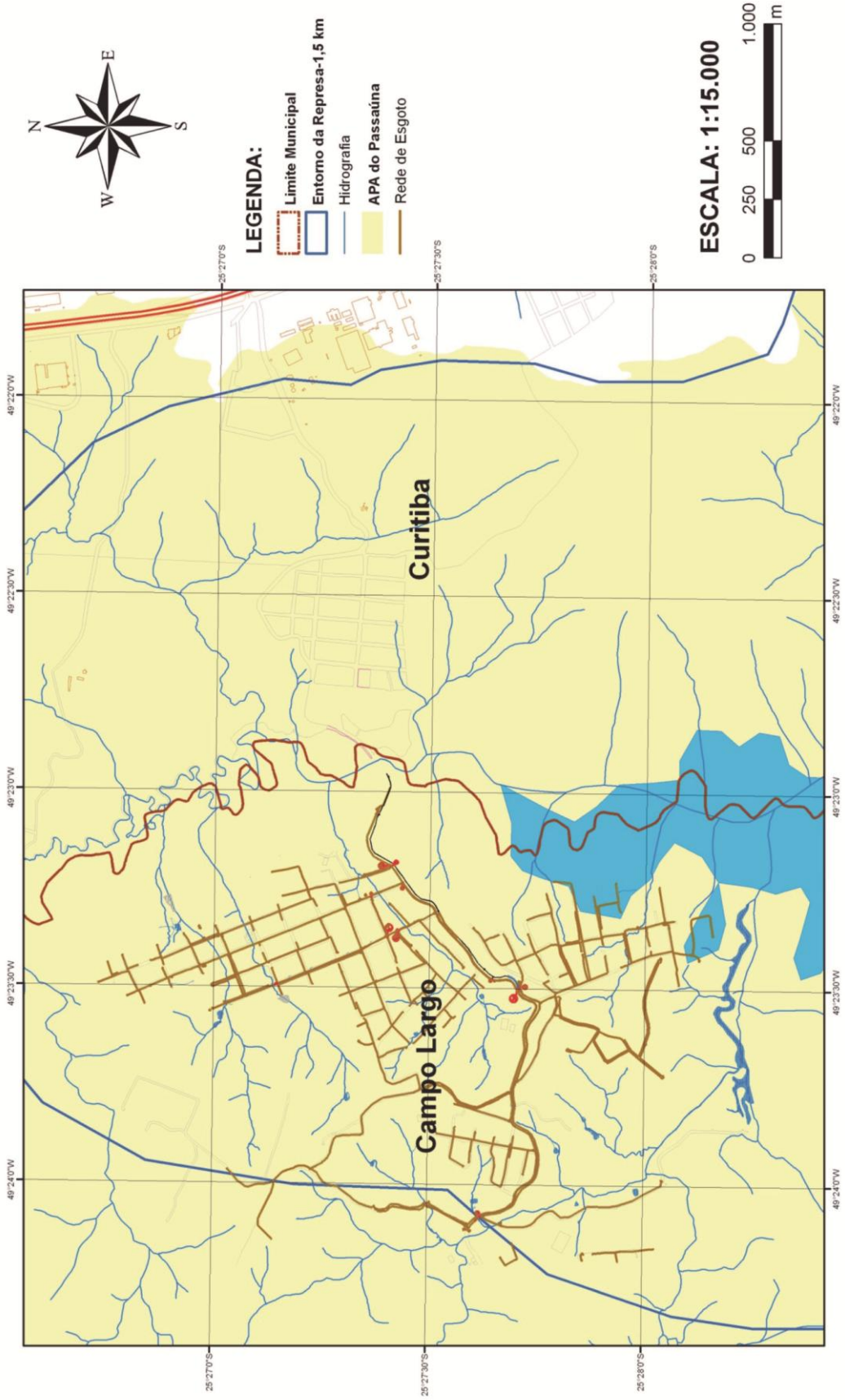
Analisando a carta de uso do solo de 2000 (Figura 53), pode-se perceber que os dados são muito semelhantes aos descritos na Bacia do Passaúna, no início deste capítulo. Assim, tendo por base a carta de uso do solo elaborada a partir de dados da COMEC, foram elencadas as principais modificações que ocorreram entre os anos de 1992 e 2000 no tocante ao número de hectares ocupados por cada tipo de uso do solo, que estão apresentados na Tabela 8. A modificação mais significativa ocorreu no uso industrial, que aumentou em mais de 130% nesse período.

TABELA 8 - EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO ENTRE 1992 E 2000

DESCRIÇÃO	ANO 1992 ÁREAS (Hectares)	ANO 2000 ÁREAS (Hectares)
Agricultura	40,68	41,82
Área de mineração	1,44	1,36
Área Industrial	10,80	27,85
Área Urbana	155,05	177,97
Corpos d'água	97,39	95,98
Florestas	401,48	390,85
Florestas Estágio Inicial	46,15	26,01
Reflorestamento	17,26	17,33
Vegetação de Várzea	22,09	22,09
Campos e áreas antropizadas	298,61	289,69
TOTAL	1.090,95	1.090,95

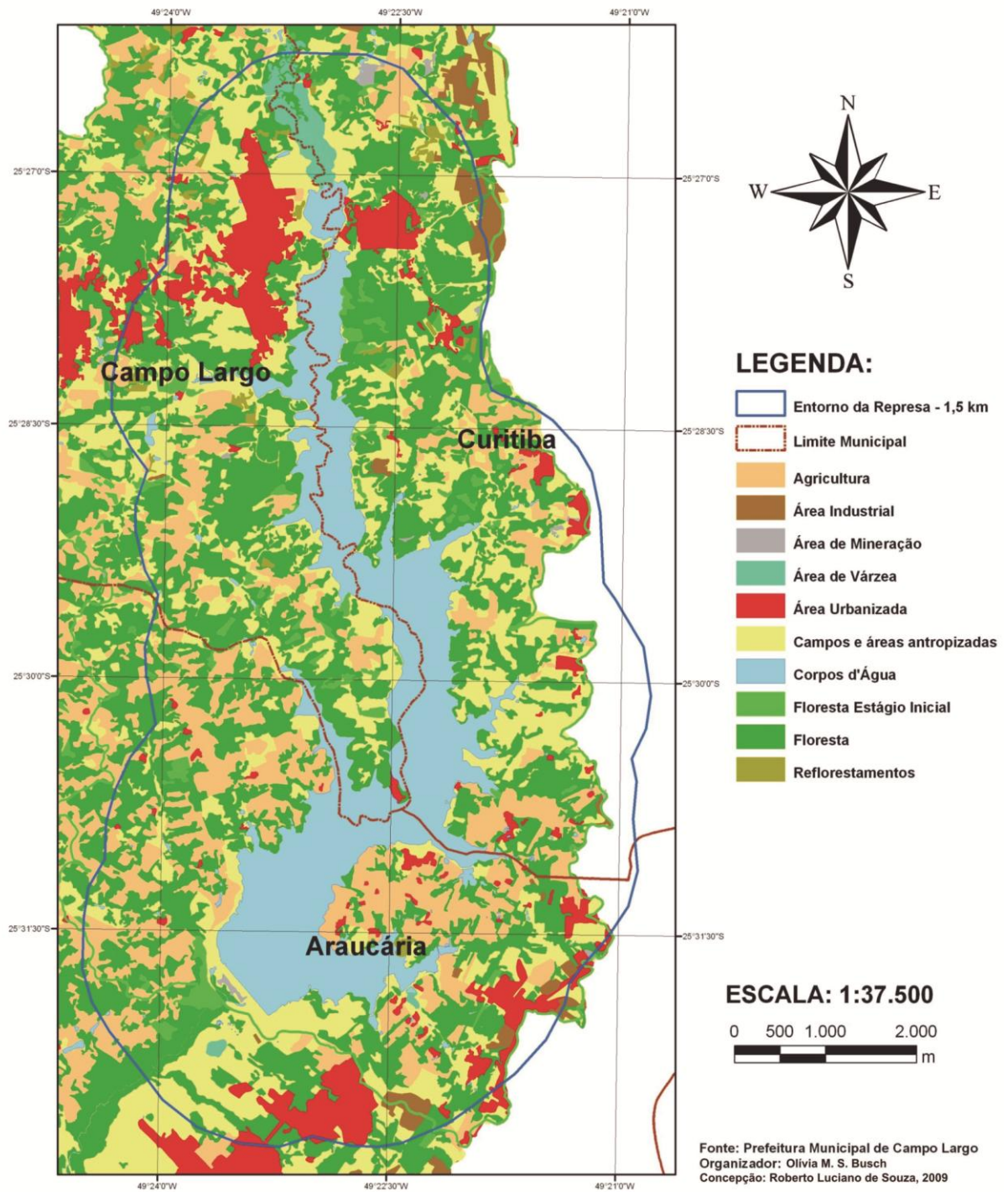
Fonte: IPPUC (2006)

FIGURA 52 - REDE DE ÁGUA E ESGOTO BAIRRO FERRARIA - 2007



Fonte: Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR
Organizador: Olívia M. S. Busch
Concepção: Roberto Luciano de Souza, 2009

FIGURA 53 - USO DO SOLO REPRESA DO PASSAÚNA E ENTORNO - 2000



Durante os doze meses de coleta na área do trabalho foi possível observar semelhanças e diferenças entre os dois aglomerados urbanos, como por exemplo: em São José, as áreas invadidas são adensadas, a população tem uma característica mais urbana, o problema maior em relação ao saneamento é o esgotamento sanitário. Apesar da existência de rede coletora em toda a vila, ao se percorrer as ruas encontra-se esgoto correndo a céu aberto, canalização de esgoto aberto em via pública (Figura 54) e tratamento final deficiente dos efluentes domésticos, pois ocorre transbordamento do tanque de tratamento, alagando as áreas em sua volta (Figura 55).

FIGURA 54 - ESGOTO LANÇADO NA RUA EM SÃO JOSÉ



Fonte: BUSCH (2008)

FIGURA 55 - ÁREA ALAGADA PELO TRANSBORDAMENTO DO TANQUE DE TRATAMENTO EM SÃO JOSÉ



Fonte: Pesquisadores da Linha do Urbano (2007)

Já em Ferraria, na parte mais próxima à torre de captação de água, os domicílios estão localizados a uma distância maior um do outro, são mais espaçados, o adensamento populacional é menor, embora o número de habitantes seja superior ao de São José. Percebem-se menos pontos de esgoto correndo a céu aberto, porém o descarte de lixo no solo é observado em vários locais, inclusive às margens da represa (Figura 56), bem como a existência de residências, possivelmente de catadores, que são transformadas em depósitos de lixo pelo descarte do material que não tem valor para venda.

FIGURA 56 - LIXO JOGADO ÀS MARGENS DA REPRESA EM FERRARIA

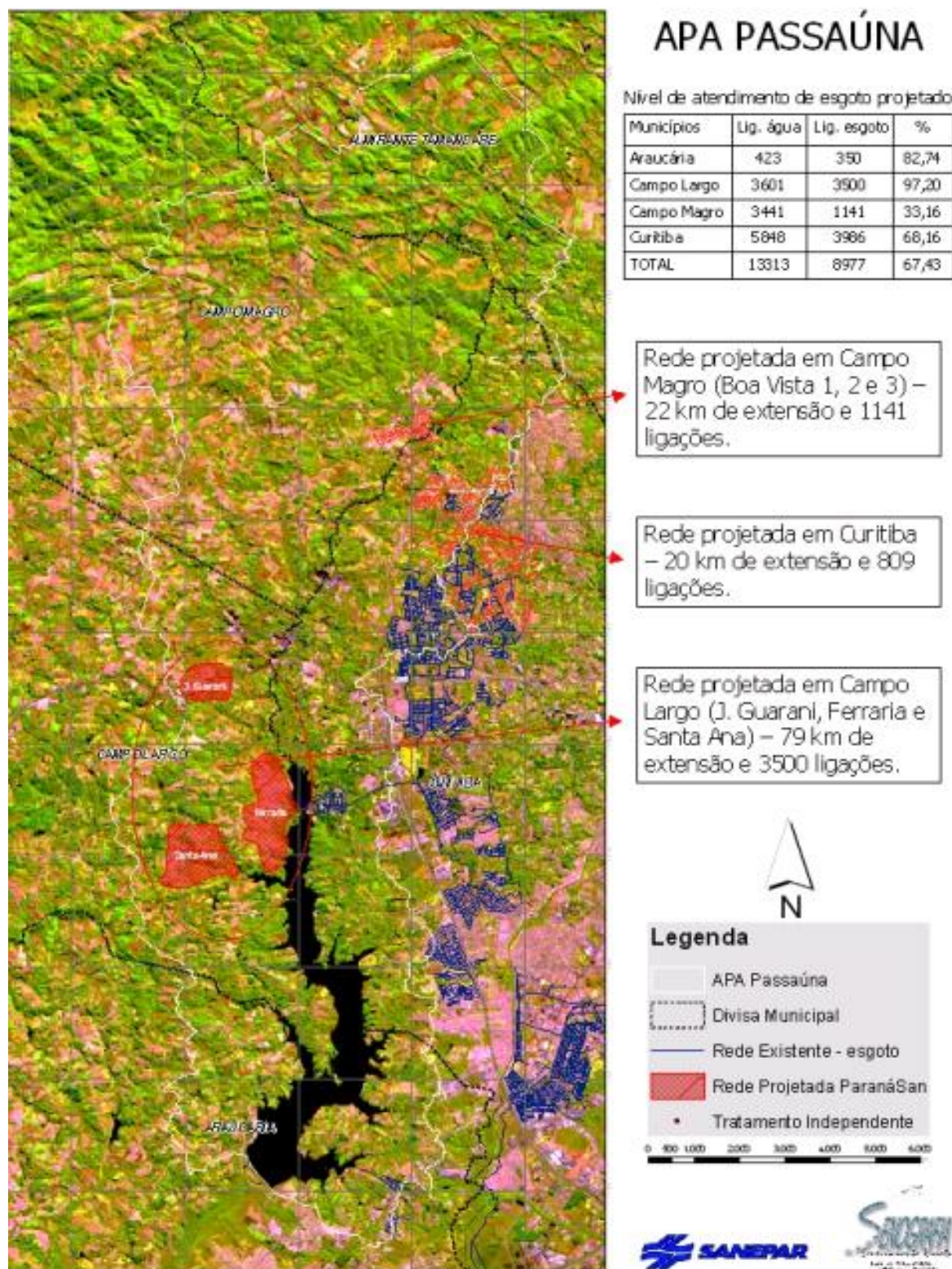
Fonte: BUSCH (2008)

As situações acima citadas são reforçadas pelo depoimento de moradores das duas áreas limítrofes da represa, Vila São José e Ferraria. Na Vila São José, durante todo o período de coleta (realizada de novembro de 2007 a outubro de 2008), os moradores reclamaram que, em períodos de chuvas, a rede de esgotamento sanitário e o tanque destinado a receber o efluente doméstico das casas extravasam e, com isso, ocorre o alagamento de parte da margem da represa, situada logo abaixo do aglomerado urbano. De tal situação originam-se problemas para quem tem que se deslocar por aquela via: mau cheiro e aumento de vetores, como ratos, baratas, mosquitos, entre outros. Em Ferraria, o problema mais comumente relatado é o do lixo jogado às margens da represa, principalmente por pescadores.

Em consulta à SANEPAR sobre questões relativas ao saneamento básico, houve a informação de que para essa área existe uma rede projetada de 20 km de extensão, com 809 ligações na área da APA em Curitiba; outra de 79 km de extensão, com 3500 ligações para Campo Largo, mais especificamente para o Jardim Guarani, Ferraria e Santana; e uma para Campo Magro, com 22 km de extensão e 1141 ligações.

Analisando os dados revelados pela Figura 57, podemos verificar que na parte que compreende o município de Curitiba existe em praticamente todos os aglomerados urbanos rede de esgoto instalada. Já no lado de Campo Largo existe rede projetada para três aglomerados urbanos (Ferraria, Jardim Guarani e Santa Ana). Em Ferraria a rede já foi implantada, porém os domicílios não podem fazer a interligação na mesma porque não foi construído o sistema de tratamento para estes efluentes gerados, como já foi mencionado anteriormente.

FIGURA 57 - REDE DE ESGOTO PROJETADA E A INSTALADA



Fonte: Arquivos SANEPAR, 2004

O que se pode concluir nesta área de estudo é que mais uma vez as obras de saneamento básico, principalmente as tocantes ao esgotamento sanitário, correm atrás de situações problemáticas já instaladas pelo processo de ocupação desordenada.

Embora se executem ações podem mitigar os impactos ambientais mais evidentes, gerados pela falta de esgotamento sanitário adequado, geralmente o fazem depois de um tempo em que a qualidade das águas já foi afetada por problemas de caráter crônico e de difícil solução, como por exemplo, a presença de substâncias químicas sintéticas.

Devido a esse tipo de encaminhamento, é possível prever que no futuro não se conseguirá evitar ou prevenir em tempo hábil a perda da qualidade das águas naturais para que possam servir como mananciais de abastecimento.

Com o patamar de desenvolvimento tecnológico em que se encontra a sociedade atual, quando as transformações ocorrem em ritmo extremamente acelerado, não é mais possível continuar pautando as ações de saneamento básico pelo padrão de comportamento que até hoje espera que o problema ocorra para depois ir em busca de soluções.

Se esse tipo de comportamento não for modificado, poderemos estar sujeitos a pagar um preço muito alto pela falta de cuidado com a água, principalmente em relação à agregação de riscos futuros à saúde - tanto para a geração atual como para a futura – originados por substâncias químicas persistentes.

[...] Quem desejar estudar corretamente a ciência de medicina deverá proceder da seguinte maneira. Primeiro, deverá considerar quais efeitos pode produzir cada estação do ano... O ponto seguinte se refere aos ventos quentes e aos frios... Deverá também considerar as propriedades das águas, pois tal como elas diferem em sabor e peso, também suas propriedades se diferenciam [...]
Hipócrates



APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

CAPÍTULO 5

5.1 ANÁLISE DA ÁGUA DA REPRESA DO PASSAÚNA

De maneira geral, a avaliação da qualidade da água, que não é uma tarefa simples, vem sendo feita através da análise de parâmetros físico-químicos e biológicos, como o oxigênio dissolvido (OD), a condutividade, o pH (potencial hidrogeniônico), a temperatura, a demanda química de oxigênio (DQO), a turbidez, a determinação de coliformes totais, coliformes fecais, *Escherichia coli*, entre outros. Deve-se destacar que esses parâmetros são comumente empregados com um enfoque voltado ao consumo humano, estabelecendo valores que demonstram os níveis de potabilidade da água, mas não se preocupando, necessariamente, com a manutenção da vida aquática (VIEIRA; SHIBATTA, 2007).

Como já citado no capítulo I deste trabalho, a avaliação da qualidade da água ocorreu de duas formas: avaliação retrospectiva e avaliação atual. Para a avaliação das características físico-químicas retrospectivas da água foi organizada uma série histórica de dez anos (1998-2007) de monitoramento da qualidade da água da represa, utilizando o banco de dados do IAP e da SUDERHSA por ponto de amostragem, nos 12 meses de cada ano. Para a avaliação atual das características da água da represa do Passaúna, foram estabelecidos seis pontos de coleta (205, 208, 209, 210, 211 e 212) que foram monitorados mensalmente por um período de doze meses – novembro de 2007 a outubro de 2008.

5.2 CLASSIFICAÇÃO DO CORPO AQUÁTICO

Em vigor desde 2005, a Resolução n° 357, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, classifica as águas superficiais do Território Nacional segundo seus usos preponderantes em águas doces, salobras e salinas, e ainda subdivide-as em classes.

As águas doces, que são o caso da represa do Passaúna, encontram-se subdivididas em cinco classes:

(i) **Classe Especial**, quando seu uso for recomendado ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção, e ainda quando contribuir para a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

(ii) **Classe 1**, quando destinada ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado, podendo ser usada para a recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se

desenvolvam rentes ao solo e que possam ser ingeridas cruas sem remoção de película, e para a criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

(iii) **Classe 2**, que pode ser empregada para o abastecimento doméstico, após tratamento convencional, e que da mesma forma que as águas Classe 1 pode ser utilizada para recreação, aquicultura e irrigação; entretanto, neste último caso não inclui frutas e verduras irrigadas que possam ser consumidas cruas.

(iv) **Classe 3**, que também se destina ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, e cujo uso na irrigação se recomenda apenas para culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, e ainda para dessedentação de animais.

(v) **Classe 4**, que devido ao grau de impactação pode ser empregada apenas para a navegação, harmonia paisagística e outros usos menos exigentes (CONAMA, 2005).

Os padrões de qualidade das águas constantes nessa Resolução estabelecem limites individuais para algumas substâncias, ou parâmetros aquáticos em cada classe. Desse modo é possível determinar a que classe o corpo hídrico pertence. A represa do Passaúna está enquadrada na Classe 2, segundo a avaliação realizada pelo IAP (2006).

Em países em desenvolvimento como o Brasil, o aporte de esgotos não tratados é uma das principais causas do comprometimento da qualidade da água. O maior impacto causado pelo despejo de esgotos é a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido disponível na água (BRAGA et al., 2002). Entretanto, além de matéria orgânica, tais efluentes podem também conter substâncias tóxicas como pesticidas, metais, subprodutos orgânicos e inorgânicos de origem industrial, e organismos patogênicos. Recentemente, a presença de fármacos residuais, principalmente antibióticos e estrogênios, e de componentes químicos de produtos de higiene pessoal tem sido frequentemente verificada em águas naturais e em efluentes de estações de tratamento de esgoto, ocorrência que tem gerado uma crescente preocupação com os possíveis impactos ambientais, com as suas consequências ecotoxicológicas e riscos à saúde humana no presente e no futuro.

5.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS

As características físicas da água têm importância relativamente pequena do ponto de vista sanitário, porém podem ser determinantes na escolha da tecnologia de tratamento ou condicionantes dos processos e operações nas estações existentes. Já as características

químicas são de grande importância do ponto de vista sanitário, pois a presença de alguns elementos ou compostos químicos na água bruta pode inviabilizar o uso de certas tecnologias de tratamento ou exigir tratamentos específicos (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

5.3.1 Temperatura

A solubilidade de gases dissolvidos é inversamente proporcional a temperatura e o seu aumento resulta na redução dos níveis de OD e em maior consumo de oxigênio devido à estimulação das atividades biológicas. Segundo Baird (2002), a quantidade de O₂ que se dissolve a 0°C (14,7 mgL⁻¹) é cerca de duas vezes maior que a quantidade dissolvida a 35°C (7 mgL⁻¹).

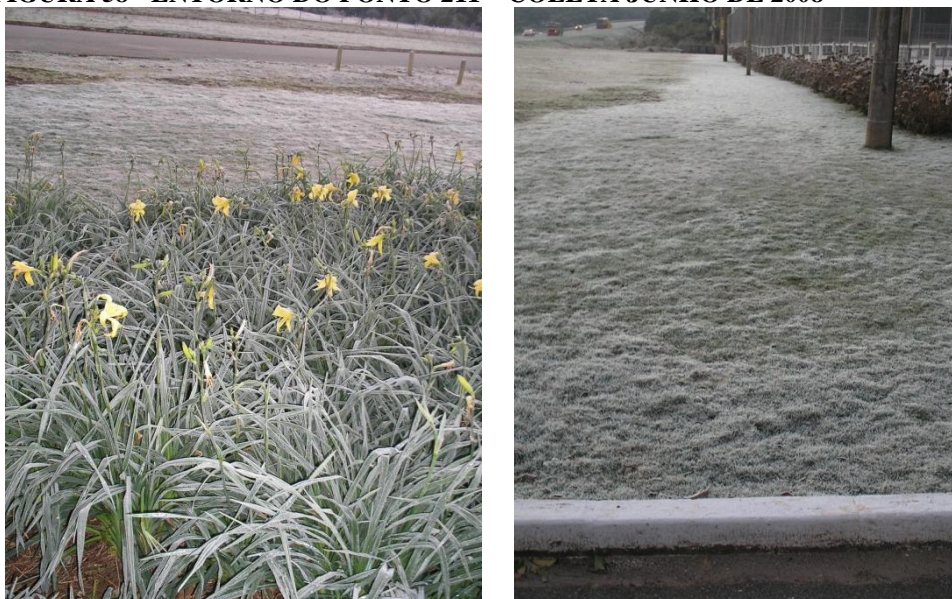
Os valores encontrados para a temperatura (Tabela 9) em todos os pontos não apresentaram variação significativa ao longo dos meses, pois acompanharam as variações da temperatura ambiente em cada uma das estações do ano. Esse fato pôde ser observado no mês de junho, quando ocorreu o dia mais frio do ano de 2008, e todos os pontos apresentaram temperaturas mais baixas.

TABELA 9 - TEMPERATURA (°C) DURANTE O PERÍODO DE COLETA: SÉRIE HISTÓRICA MENSAL

Locais	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out
Ponto 211	17,0	19,0	19,0	21,0	18,5	17,0	14,0	7,0	11,0	15,0	15,0	17,0
Ponto 210	20,0	23,0	26,0	24,3	24,5	21,0	15,0	14,0	16,0	17,1	18,5	19,0
Ponto 209	20,5	23,0	26,0	24,0	25,0	19,0	17,0	15,0	19,0	17,8	18,0	19,0
Ponto 208	21,0	24,0	25,0	25,0	26,0	21,0	18,0	16,0	20,0	18,2	18,3	18,0
Ponto 205	21,0	23,0	26,0	24,0	25,0	21,0	19,0	14,0	21,0	19,0	17,3	19,3
Ponto 212	21,2	24,0	26,0	20,5	21,0	19,5	18,5	16,0	19,0	19,2	19,0	19,0

Fonte: BUSCH (2008).

A Figura 58 mostra a imagem do entorno do ponto 211 no momento da coleta, às 7h15min da manhã, quando as plantas e a grama apresentavam um aspecto esbranquiçado devido à geada que ocorreu durante a madrugada, o que justifica os valores baixos de temperatura registrados na água nesse dia, não só para esse ponto, mas também para os demais pontos amostrais.

FIGURA 58 - ENTORNO DO PONTO 211 – COLETA JUNHO DE 2008

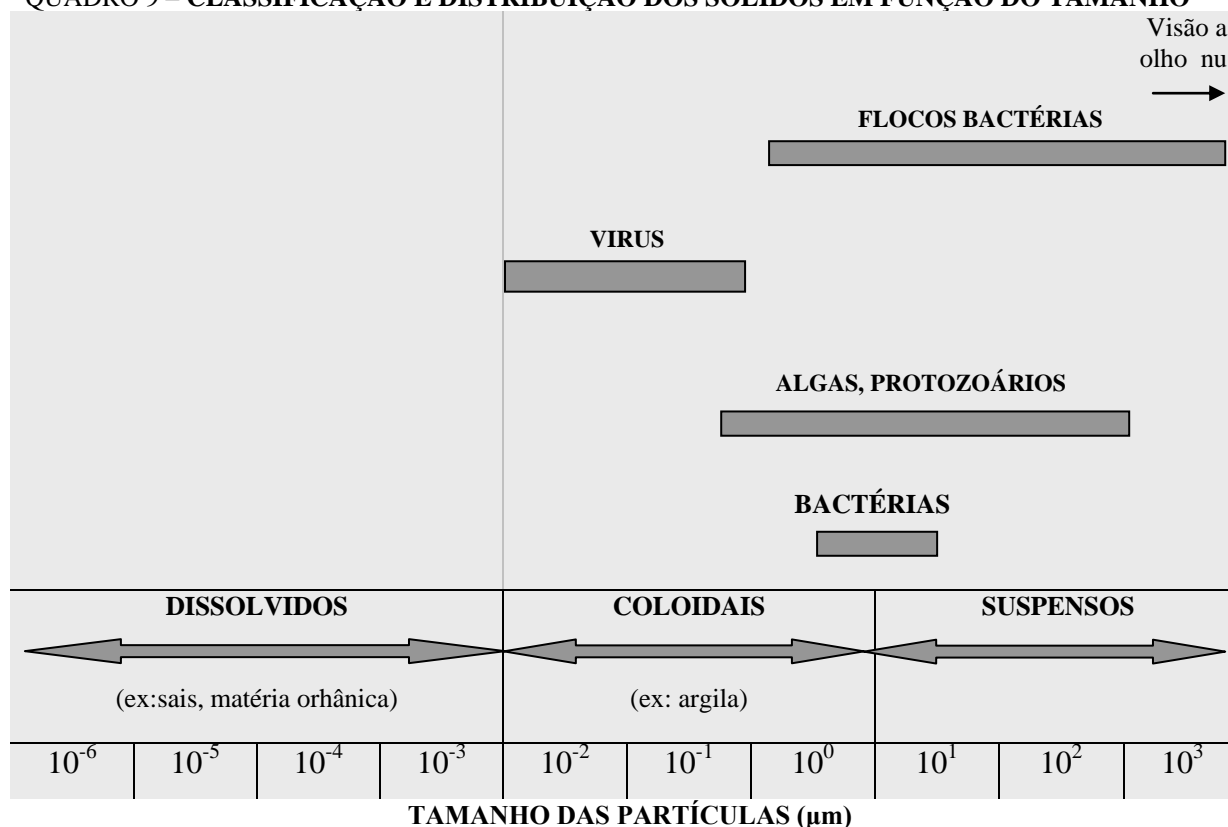
Fonte: BUSCH (2008)

5.3.2 Sólidos suspensos totais (sst)

Simplificadamente, os sólidos podem ser classificados de acordo com as suas características físicas (tamanho e estado) ou as suas características químicas. Segundo as características físicas, os sólidos são classificados em: *sólidos em suspensão*, *sólidos coloidais* e *sólidos dissolvidos*; e em *sólidos orgânicos* e *inorgânicos* em relação às características químicas (VON SPERLING, 2005).

A divisão dos sólidos por tamanho é, sobretudo, uma divisão operacional. Por convenção, diz-se que as partículas de menores dimensões, capazes de passar por um papel de filtro de tamanho especificado, correspondem aos *sólidos dissolvidos*, enquanto que as de maiores dimensões, retidas pelo filtro, correspondem aos *sólidos em suspensão* (Quadro 9). Em uma faixa intermediária situam-se os *sólidos coloidais*, de grande importância no tratamento da água, mas de difícil identificação pelos métodos simplificados de filtração em papel. Nos resultados das análises de água, a maior parte dos sólidos coloidais entra como sólidos dissolvidos, e o restante como sólidos em suspensão.

QUADRO 9 – CLASSIFICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS SÓLIDOS EM FUNÇÃO DO TAMANHO



Fonte: VON SPERLING, 2005 – adaptado por Busch.

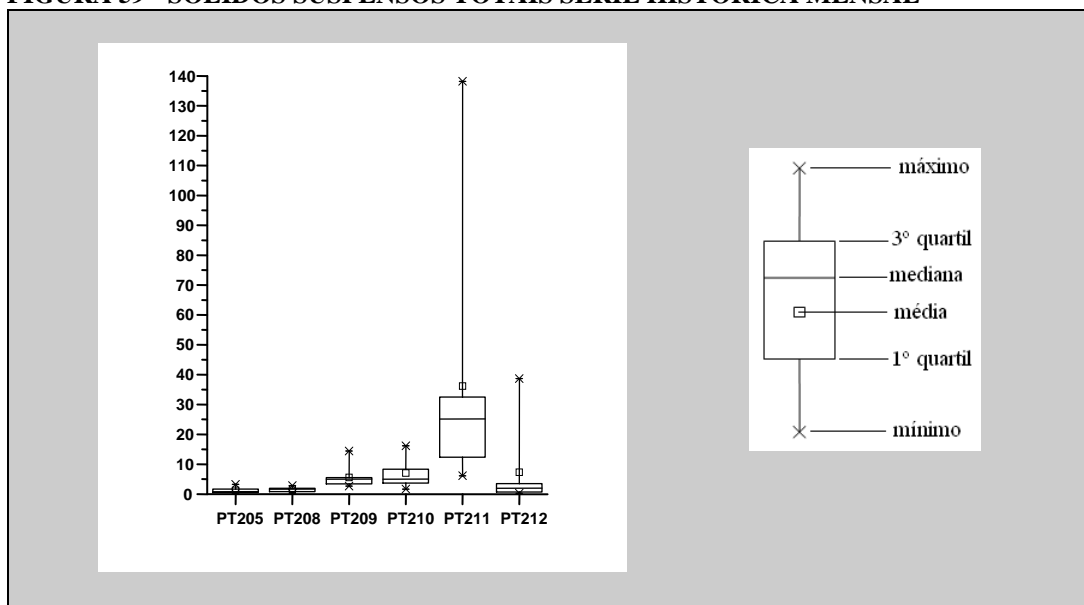
O termo “resíduos suspensos”, referindo-se à quantidade de matéria particulada suspensa em águas ou efluentes, foram alterados nas referências internacionais para Sólidos Suspensos Totais (APHA, 1999). Águas com altos valores de Sólidos Suspensos podem ter sua utilidade comprometida de várias formas: para fins de balneabilidade e esportes aquáticos, para uso industrial e de abastecimento doméstico. Os resíduos podem comprometer a eficiência dos sistemas de tratamento através da colmatção precoce dos filtros e exigirem maior adição de produtos químicos necessários à clarificação das águas.

Valores elevados de Resíduos Suspensos podem indicar não apenas a contaminação orgânica recente dos rios por efluentes domésticos ou industriais, mas também um excesso de matéria sólida levada aos rios por erosão, movimentação de terra na bacia, e a perda da mata ciliar (CETESB, 2007).

Conforme mostra a Figura 59, o ponto que apresentou os maiores valores para SST foi o 211, apresentando valores de 10 a 25mgL⁻¹ no segundo quartil e de 25 a 35mgL⁻¹ no terceiro quartil, sendo que o maior valor foi de 140mgL⁻¹. Todos os outros pontos apresentaram

valores menores que 10mgL^{-1} no segundo e terceiro quartil, com pontos máximos de 15mgL^{-1} (ponto 210), 14mgL^{-1} (ponto 209) e 40mgL^{-1} (ponto 212).

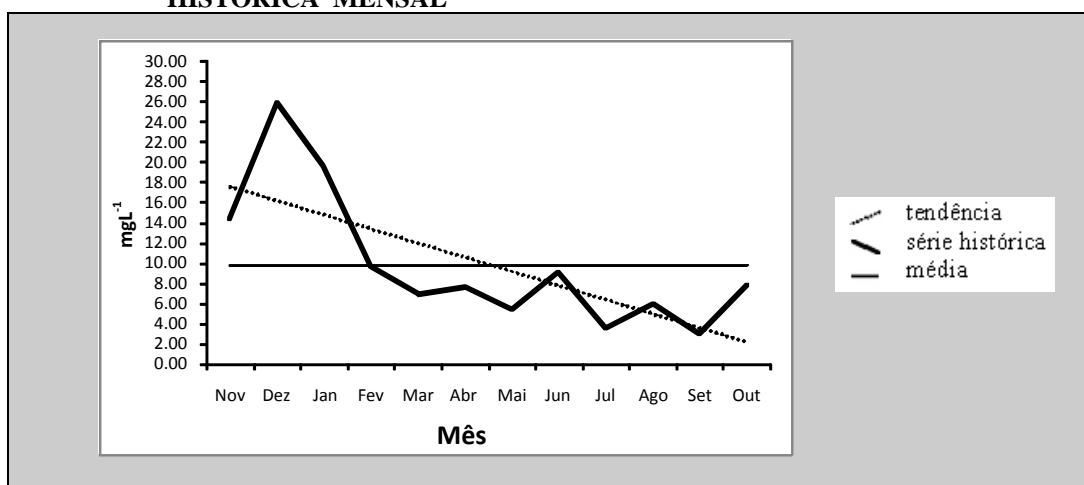
FIGURA 59 - SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS SÉRIE HISTÓRICA MENSAL



Na Figura 60 o gráfico da linha de tendência da série histórica mensal apresenta acentuada queda dos valores nos meses analisados, caindo de 18mgL^{-1} para 2mgL^{-1} no período do monitoramento.

Este comportamento indica que as águas da represa não estão recebendo quantidades significativas de sólidos em toda a sua extensão.

FIGURA 60 - MÉDIA E TENDÊNCIA SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS: SÉRIE HISTÓRICA MENSAL



Os dados referentes à série histórica anual, obtidos com base nos relatórios da SUDERHSA/IAP, apresentaram valores discrepantes entre si, o que levou à não utilização desses dados neste trabalho, usando-se apenas a série histórica mensal.

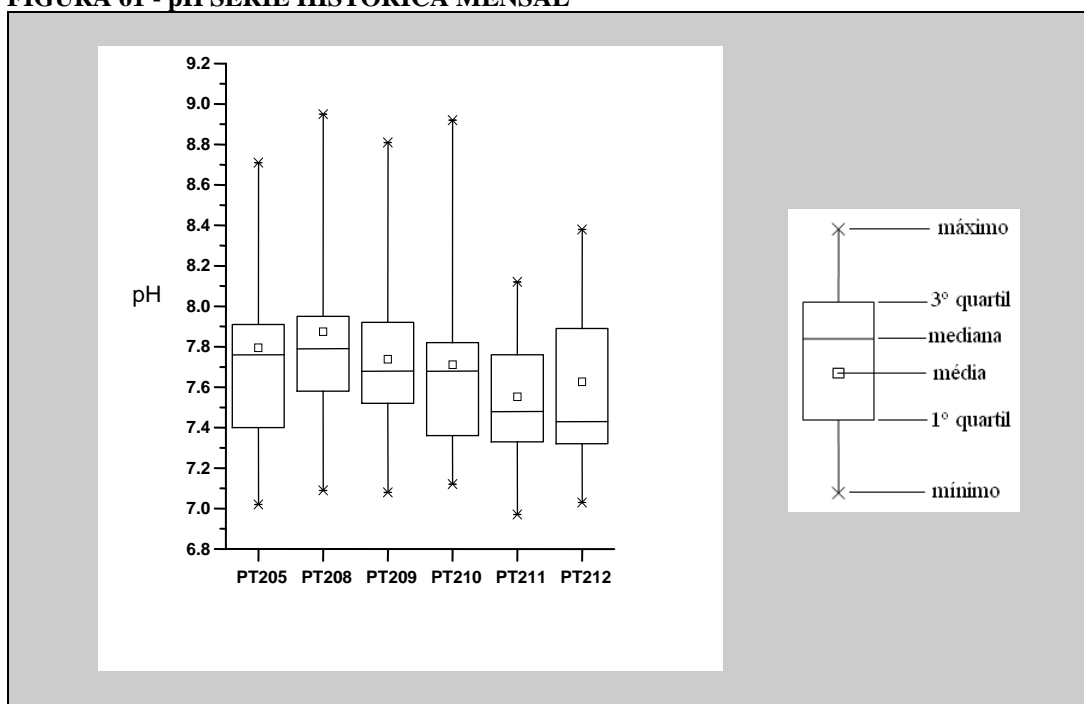
5.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)

Entre os parâmetros físico-químicos relacionados às características de águas superficiais, também é de grande importância o pH que fornece a relação numérica que expressa o equilíbrio entre íons hidrogênio (H^+) e as hidroxilas (OH^-) no meio aquoso, dando uma indicação sobre a sua condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade (BENETTI, 2007).

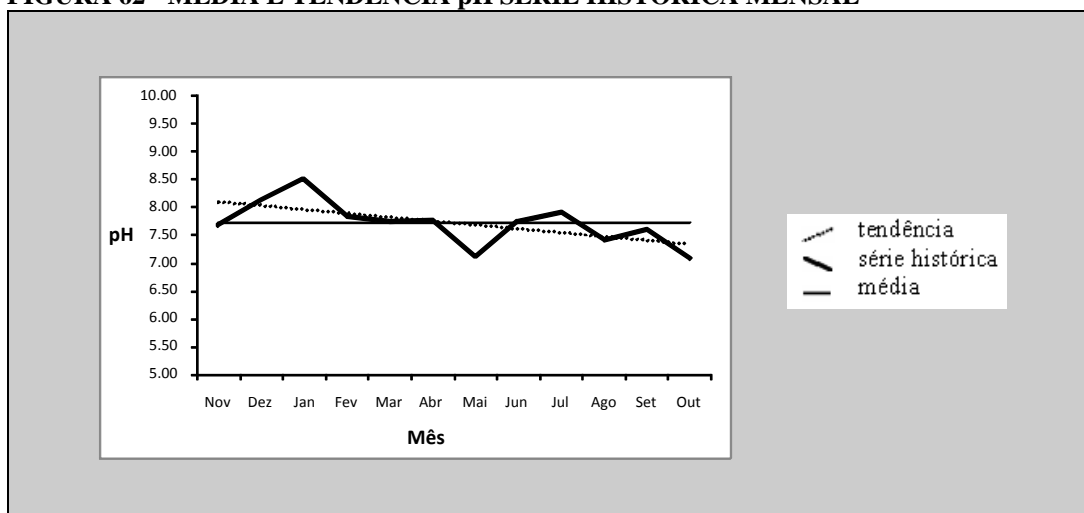
O pH natural no meio aquático sofre principalmente a influência da composição do solo e dos sedimentos, da dissolução de rochas, da absorção de gases atmosféricos, da oxidação da matéria orgânica dissolvida e dos processos de fotossíntese. Quanto à influência antropogênica, despejos domésticos e industriais são os principais fatores. Alterações bruscas do pH podem trazer graves consequências à biota aquática.

A redução do pH da água para valores abaixo de 6,0 pode estar relacionada ao acúmulo de matéria orgânica no solo que compõe as margens ou o sedimento, e em regiões de mata fechada essa redução ocorre pelo acúmulo de matéria orgânica natural (MON). O padrão estabelecido pelo CONAMA para esse parâmetro é de 6,0 a 9,0.

O pH não apresentou oscilações significativas nos seis pontos amostrais, sendo que o menor valor (pH=6,9) foi apresentado pelo ponto 211 e o maior (pH=8,9) pelo ponto 210. A Figura 61 mostra os resultados encontrados para todos os pontos durante os doze meses de coleta em gráficos Box-plot, que ao serem analisados mostram que a maior parte dos resultados encontra-se na faixa entre 7,3 e 7,9.

FIGURA 61 - pH SÉRIE HISTÓRICA MENSAL

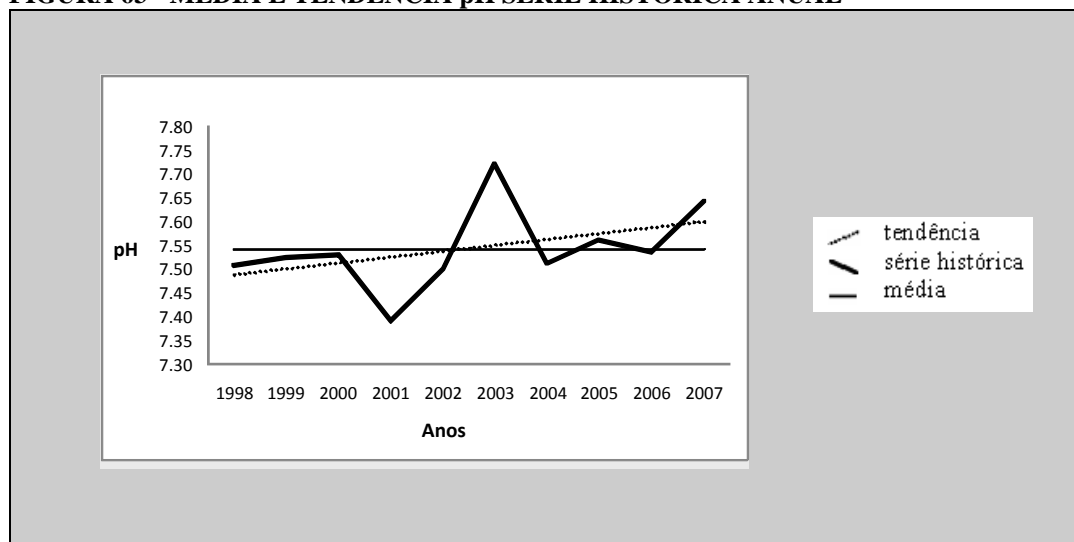
Na Figura 62 os dados observados no gráfico Box-plot acima são confirmados pelo gráfico da linha de tendência da série histórica mensal.

FIGURA 62 - MÉDIA E TENDÊNCIA pH SÉRIE HISTÓRICA MENSAL

O pH apresentou uma média de 7,6 tanto na série histórica mensal, como na série histórica anual (Figura 63), valor esse que está dentro dos padrões estabelecidos para corpos de água doce pela resolução atual, Porém o acompanhamento realizado nos doze meses

mostra uma linha de tendência descendente (Figura 62), ou seja, se a água da represa mantiver o mesmo comportamento, o pH poderá futuramente entrar em uma faixa ácida.

FIGURA 63 - MÉDIA E TENDÊNCIA pH SÉRIE HISTÓRICA ANUAL



Outro importante parâmetro e que está intrinsecamente relacionado aos valores de pH é a alcalinidade, que segundo Baird (2002) pode ser definida como a capacidade de um corpo d'água resistir à acidificação.

5.3.4 Alcalinidade

A alcalinidade é a medida da capacidade de uma amostra de água para neutralizar ácidos. Se um manancial tem alcalinidade elevada, isso significa que apresenta capacidade tamponante, ou seja, é mais estável e resistente às variações de pH. As principais contribuições para a alcalinidade de águas naturais são devidas à presença de íons bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}) e hidróxido (OH^-); e, de forma secundária, incluem amônia dissolvida e os ânions dos ácidos fosfórico, bórico e silícico. Assim, o tipo de solo e de rochas que formam o leito e o entorno do curso d'água são determinantes para os valores naturais de alcalinidade. Entretanto, o aporte de esgoto doméstico rico em amônia (excretada na urina) e em fosfato (presente em produtos de limpeza) faz aumentar a alcalinidade por interferência de caráter antrópico (ABRIL; FRANKIGNOULLE, 2001; VON SPERLING, 2005).

A origem natural da alcalinidade provém da dissolução de rochas e da reação do CO_2 com a água (CO_2 da atmosfera ou da decomposição da matéria orgânica), enquanto que a

origem antropogênica está nos despejos domésticos e industriais. A alcalinidade não tem significado sanitário para a água potável, mas em elevadas concentrações confere um gosto amargo para a água. É uma determinação importante no controle do tratamento de água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações. A utilização mais frequente desse parâmetro é na caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas, de águas residuárias brutas e controle da operação de estações de tratamento de água (VON SPERLING, 2005).

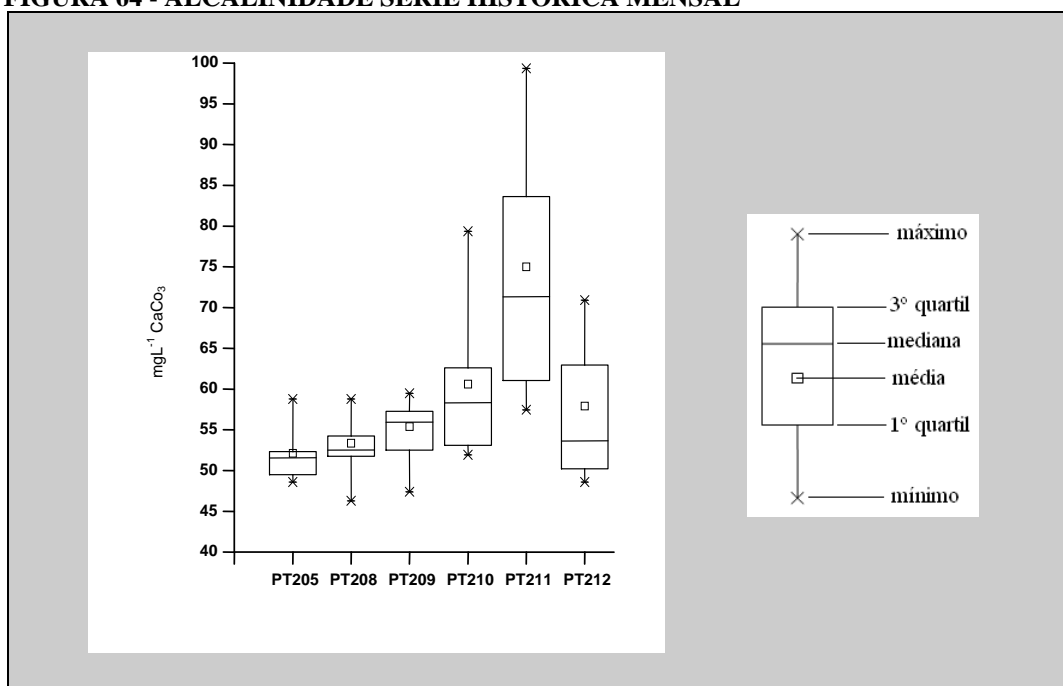
Segundo Gundersen e Steinnes (2003), a alcalinidade também pode influir na biodisponibilidade de metais em águas naturais pela formação de espécies metálicas ligadas ao bicarbonato ou carbonato.

Não há na legislação vigente valores de referência para alcalinidade, entretanto níveis mais elevados para esse parâmetro podem ser atribuídos a inúmeras fontes, dentre elas o descarte de águas residuais tratadas e/ou não tratadas para corpos aquáticos, como já foi mencionado (VERBANCK; VANDERBORGHT; WOLLAST, 1994; TCHOBANOGLOUS; BURTON, 1991).

Além disso, valores mais elevados de alcalinidade também podem estar associados à decomposição de nutrientes e substratos orgânicos, sob condições anaeróbicas (ABRIL; FRANKIGNOULLE, 2001).

O ponto 211, que corresponde ao rio Passaúna localizado na BR 277, portanto antes da entrada na represa, foi o que apresentou os maiores valores de alcalinidade, tanto no primeiro quartil ($60,0 \text{ mgL}^{-1}$ – $72,5 \text{ mgL}^{-1}$) como no segundo quartil ($72,5 \text{ mgL}^{-1}$ – $85,0 \text{ mgL}^{-1}$), e também o pico com valor mais elevado (100 mgL^{-1}).

Dos pontos localizados no corpo da represa, o que apresentou os maiores valores foi o ponto 210 (média de 61 mgL^{-1}), localizado logo abaixo do aglomerado urbano de São José, assim como o segundo maior pico entre todos os pontos amostrais ($80,0 \text{ mgL}^{-1}$). Os valores vão decrescendo à medida (valores entre 56 mgL^{-1} e 53 mgL^{-1}) que a água da represa vai se encaminhando para o canal extravasador, para em seguida subirem novamente no ponto 212 (rio Passaúna já fora do corpo da represa) (Figura 64).

FIGURA 64 - ALCALINIDADE SÉRIE HISTÓRICA MENSAL

Na série histórica anual a linha de tendência (Figura 65) mostra uma acentuada elevação nos teores de alcalinidade e um comportamento inconstante com elevações significativas, e em seguida valores bem mais baixos. Essa inconstância nos valores é ainda mais acentuada no gráfico da série histórica mensal de monitoramento (Figura 66), e a linha de tendência mostra a direção de aumento da alcalinidade. Como mencionado anteriormente, não existe padrão para a alcalinidade na legislação vigente, porém o comportamento deste parâmetro ns águas da represa, tanto na série histórica anual como na série histórica mensal, pode ser considerado indicativo do aporte de esgoto doméstico.

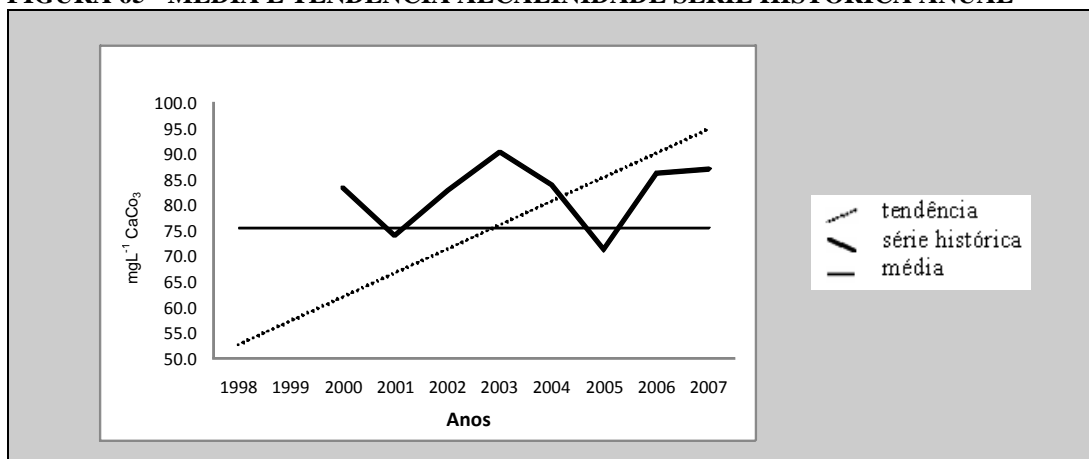
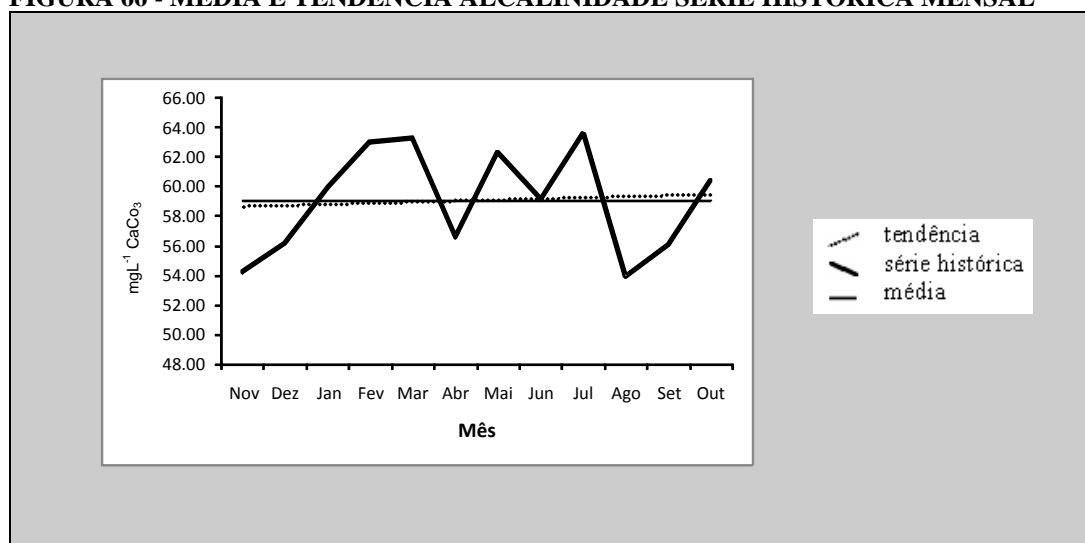
FIGURA 65 - MÉDIA E TENDÊNCIA ALCALINIDADE SÉRIE HISTÓRICA ANUAL

FIGURA 66 - MÉDIA E TENDÊNCIA ALCALINIDADE SÉRIE HISTÓRICA MENSAL

5.3.5 Cloretos

Todas as águas naturais, em maior ou menor escala, contêm íons resultantes da dissolução de minerais. Os cloretos (Cl⁻) são advindos da dissolução de sais (exemplo: cloreto de sódio). A forma do constituinte responsável são os sólidos dissolvidos. A origem natural provém da dissolução de minerais e intrusão de águas salinas e a origem antrópica advém de despejos domésticos, industriais e águas utilizadas em irrigação. A importância dos cloretos é que em determinadas concentrações imprimem um sabor salgado à água. A utilização mais frequente deste parâmetro é para a caracterização de águas de abastecimento brutas e esgotos tratados usados para irrigação (VON SPERLING, 2005). A determinação de cloretos permite obter informações sobre o grau de mineralização ou indícios de poluição na água.

Nas águas superficiais, são fontes importantes de cloreto as descargas de esgotos sanitários, visto que cada pessoa através da urina secreta cerca 6 g de cloreto por dia, e isso faz com que os esgotos apresentem concentrações que podem ultrapassar a 15 mgL⁻¹ (CETESB, 2008). Guyton (1992 apud SODRÉ, 2005) também afirma que cloreto em águas residuais tem a urina como fonte principal, uma vez que o corpo humano excreta a maior parte do cloreto que é ingerido na dieta alimentar.

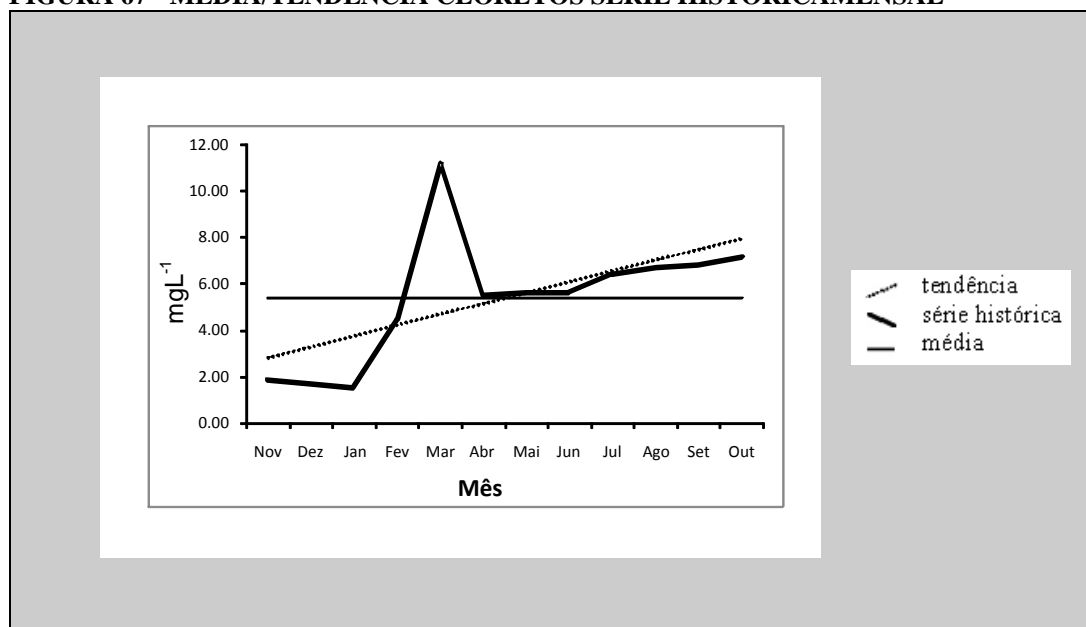
Para as águas de abastecimento público, a concentração de cloreto constitui-se em padrão de potabilidade (250mgL⁻¹), segundo a Portaria 518 do Ministério da Saúde. Segundo a Resolução CONAMA 357/05, a concentração total de cloreto em amostras de águas superficiais de rios Classe 2 pode ser de no máximo 250 mg L⁻¹.

O cloreto apresenta também influência nas características dos ecossistemas aquáticos naturais, por provocar alterações na pressão osmótica em células de microrganismos.

A concentração de cloretos em águas superficiais pode ser utilizada como indicadora da contaminação por esgotos sanitários, podendo-se associar a elevação do nível de cloreto em um rio com o lançamento de esgotos domésticos.

Assim, apesar de concentrações menores que as especificadas como limite na legislação, pois o monitoramento realizado entre os meses de novembro de 2007 a outubro de 2008, nos seis pontos amostrais, apresentou variação entre $1,0\text{mgL}^{-1}$ e 11mgL^{-1} , conforme mostra a Figura 67, é possível concluir que os teores de cloreto encontrados nas amostras dos pontos selecionados indicam o aporte de esgoto na represa do Passaúna, uma vez que ocorre elevação acentuada dos teores de cloreto nos meses de janeiro, que passa de 2mgL^{-1} para 4mgL^{-1} , e em fevereiro tem o pico máximo de 11mgL^{-1} no corpo da represa, declinando nos três meses seguintes e voltando a subir mês a mês até outubro, quando apresenta um teor entorno de $7,0\text{mgL}^{-1}$. Esse comportamento de aumento no teor de cloretos é evidenciado também pela linha de tendência, que mostra uma elevação acentuada do mesmo.

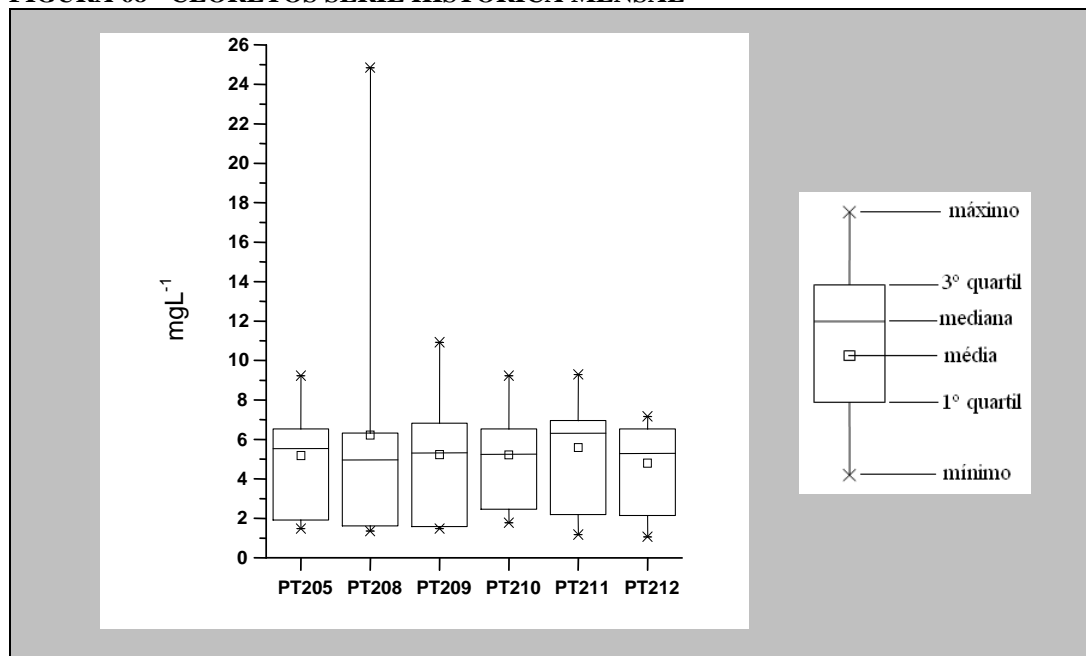
FIGURA 67 - MÉDIA/TENDÊNCIA CLORETOS SÉRIE HISTÓRICAMENSAL



Analisando os seis pontos de coleta no gráfico Box-plot (Figura 68), observa-se também que os valores médios e medianos apresentam similaridade tanto no corpo da represa como no rio Passaúna. Isso induz a concluir que, possivelmente, desde antes da

entrada do rio Passaúna na represa, a água recebe efluentes sanitários, o mesmo acontecendo durante o percurso no corpo da represa e após a saída dela.

FIGURA 68 - CLORETOS SÉRIE HISTÓRICA MENSAL



Os dados da série histórica anual não são apresentados porque o IAP e a SUDERHSA não monitoram esse parâmetro na represa do Passaúna.

5.3.6 Compostos orgânicos

Segundo Di Bernardo e Dantas (2005), as principais origens dos constituintes orgânicos nas águas são três: substâncias orgânicas naturais, atividades antrópicas e reações que ocorrem nas estações de tratamento. No caso das substâncias orgânicas naturais, têm-se as substâncias húmicas, ou microrganismos e seus metabólitos, e hidrocarbonetos aromáticos. Embora tais substâncias normalmente não sejam prejudiciais ao ser humano, algumas podem agir como precursores de formação de trihalometanos e outros compostos organo-halogenados durante o processo de desinfecção da água nas estações de tratamento de água (ETA), se o cloro livre for utilizado como pré-oxidante. As substâncias orgânicas decorrentes de atividades antrópicas resultam do lançamento de águas residuárias sanitárias ou industriais, tratadas ou não, do escoamento superficial urbano ou rural, e do escoamento subsuperficial em solos contaminados. A medida do carbono orgânico total (COT) fornece uma ideia da composição orgânica global da água, enquanto a do halogenado orgânico total (HOT) indica a

presença de compostos orgânicos halogenados. A medição de tais parâmetros é mais simples e menos onerosa que a dos compostos individuais, além de possibilitar comparações gerais entre diferentes fontes de abastecimento, de permitir identificar as causas da poluição e de identificar a necessidade de análises específicas.

Von Sperling (2005) expõe que a matéria orgânica presente nos esgotos é uma característica de primordial importância, por ser a causadora do principal problema de poluição para os corpos d'água: o consumo de oxigênio dissolvido pelos ou microrganismo nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica. As substâncias orgânicas presentes nos esgotos são constituídas principalmente por compostos de proteínas (40% - 60%), carboidratos (25% - 50%), gorduras e óleos (8% - 12%), e uréia, surfactantes, fenóis, pesticidas, metais e outros (menor quantidade).

Em termos práticos, usualmente não há necessidade de se caracterizar a matéria orgânica (MO) nas classes acima citadas. Além de que, há uma grande dificuldade na determinação laboratorial dos diversos componentes da MO nas águas residuárias, em face da multiplicidade de formas e compostos em que essa matéria pode se apresentar. Nesse sentido, segundo Von Sperling (2005), podem ser adotados métodos diretos ou indiretos para a determinação da matéria orgânica. Os métodos indiretos têm seu princípio na medição do consumo de oxigênio e podem ser avaliados, por exemplo, através da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) ou da Demanda Química de Oxigênio (DQO). Já os métodos diretos se baseiam na medição do carbono orgânico, que pode se expressar através da análise de Carbono Orgânico Total (COT).

Demanda Bioquímica de Oxigênio

Embora haja influência da temperatura, o principal efeito ecológico da poluição orgânica em um curso d'água é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido (OD), causado pela respiração dos microrganismos que se alimentam de matéria orgânica. Assim a redução das concentrações do OD está principalmente relacionada ao aumento na concentração de matéria orgânica no corpo aquático. Se a concentração de OD é baixa, isso pode também indicar que ele está sendo consumido no próprio ambiente aquático através da intensa atividade bacteriana realizada para decompor a matéria orgânica.

Pode-se dizer que quanto maior for o volume lançado de esgotos ou efluentes orgânicos em um determinado sistema aquático, maior será o consumo de oxigênio provocado no

mesmo, ou seja, quanto maior for a concentração de matéria orgânica, maior será a demanda de oxigênio.

Assim, podemos definir DBO como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica carbonácea por decomposição microbiana aeróbica para a forma inorgânica estável. A DBO_5 é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um período de cinco dias numa temperatura de incubação de 20°C. Nesta análise é considerado o metabolismo dos microrganismos heterotróficos onde os compostos orgânicos biodegradáveis são transformados em produtos finais estáveis ou mineralizados, tais como água, gás carbônico, sulfatos, fosfatos, amônia, nitratos, etc. Nesse processo há o consumo de oxigênio da água e liberação da energia contida nas ligações químicas das moléculas decompostas. Os maiores aumentos em termos de DBO_5 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 (CETESB, 2007).

Demanda Química de Oxigênio

No que diz respeito ao conteúdo orgânico de águas superficiais, pode-se empregar a DQO como indicador. A Resolução CONAMA 357/05 não faz referência ao parâmetro DQO na classificação dos corpos d'água e nem mesmo nos padrões de lançamento de efluentes líquidos. No caso de lançamento de efluentes, apenas algumas legislações ambientais estaduais estabelecem limites máximos para esse parâmetro.

Por conceituação, DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos. Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais esse valor se aproximar da DQO, mais facilmente biodegradável será a amostra analisada (CETESB, 2007).

A DQO pode ser determinada pelos métodos titulométrico e colorimétrico, sendo a principal vantagem do método titulométrico a possibilidade de sua utilização em amostras de elevada turbidez e cor residuais (AQUINO et al., 2006). Em ambos os métodos, uma alíquota da amostra de água ou efluente é colocada em presença de um agente oxidante como o

dicromato de potássio em meio ácido, favorecendo o processo de digestão da matéria orgânica.

Em se tratando de esgotos tipicamente domésticos, a fração orgânica, em geral, supera a fração inorgânica, e a DQO pode ser utilizada, sem maiores problemas, para quantificar diretamente a matéria orgânica oxidável presente. Entretanto, na maioria dos casos, se a análise para determinação de matéria orgânica for feita apenas com base na DQO, deve-se ter em mente que compostos inorgânicos reduzidos, tanto na forma dissolvida quanto particulada, podem contribuir significativamente para a DQO.

Kylefors, Ecke e Lagerkvist (2003) estudaram os efeitos da presença de Fe (II), Mn (II), sulfeto, íons amônia e cloretos no valor experimental da DQO de lixiviados de aterro sanitário. Os pesquisadores mostraram que aproximadamente um terço da DQO dos lixiviados estudados eram devido a substâncias inorgânicas presentes, e concluíram que a DQO não pode ser utilizada como único parâmetro de medida do conteúdo orgânico desse material, uma vez que substâncias inorgânicas, bem como suas interações, podem interferir no resultado.

Vogel (2000) classificaram as substâncias que interferem no teste de DQO em: completamente; parcialmente; e dificilmente oxidáveis. Segundo esses pesquisadores, os íons sulfeto, nitrito, cloreto e Fe (II) seriam completamente oxidáveis, enquanto o íon amônio seria dificilmente oxidável.

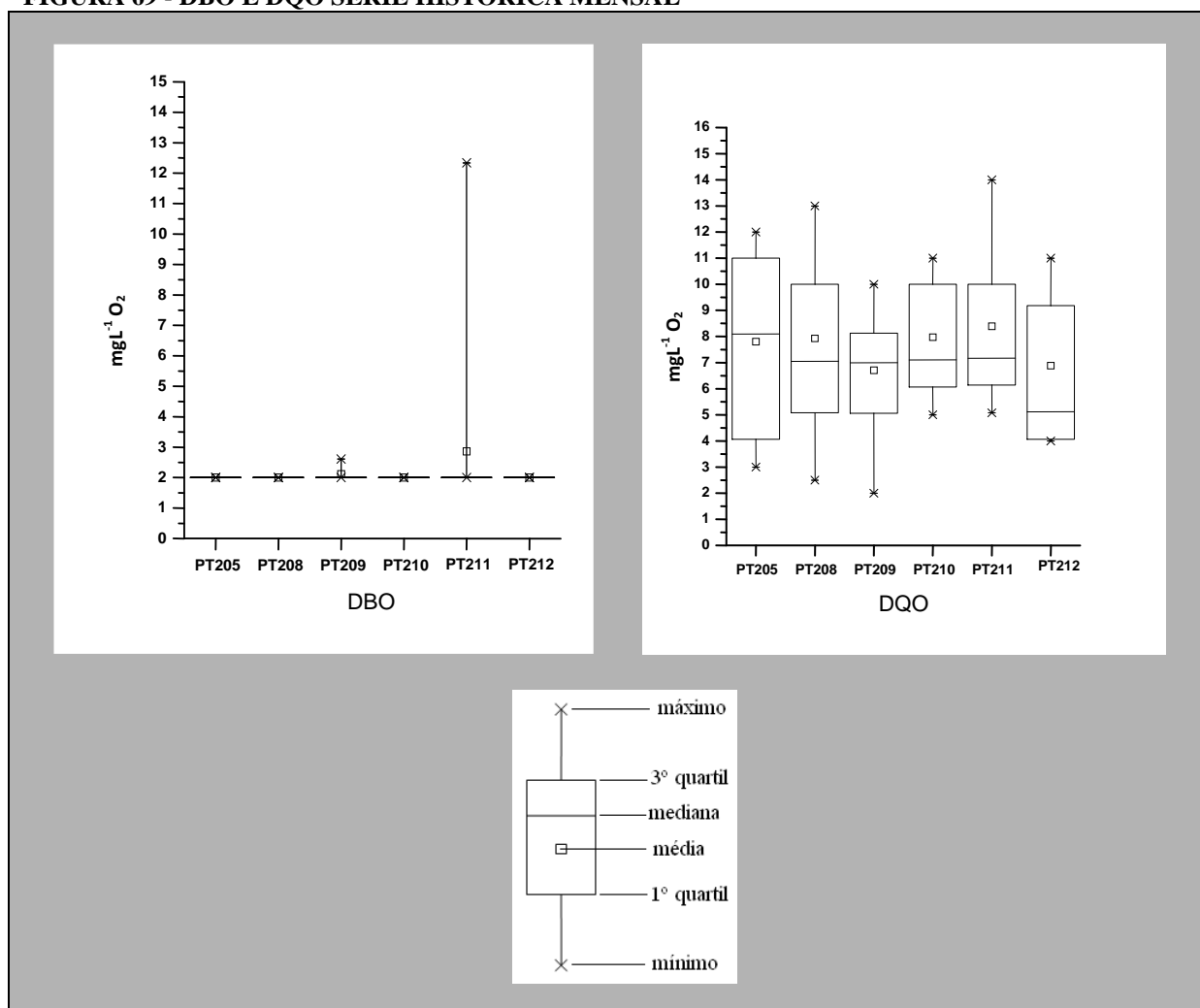
A DBO e a DQO retratam, de forma indireta, o teor de matéria orgânica no corpo d'água, sendo, portanto, um indicação do potencial do consumo de oxigênio dissolvido. Desse modo, a análise dos dados obtidos tanto na série histórica anual como na série histórica mensal será feita em conjunto.

Os gráficos Box-plot (Figura 69) mostram que a DBO apresentou um comportamento constante, revelando valores de 2 mgL^{-1} praticamente em todas as análises realizadas, sendo que apenas o ponto 211 apresentou um pico máximo de $12,5 \text{ mgL}^{-1}$ em termos de DBO e de 14 mgL^{-1} para a DQO. O comportamento da DQO nos pontos 211 e 210 são similares, os teores encontrados ficaram entre $7,0 \text{ mgL}^{-1}$ e 10 mgL^{-1} , portanto no segundo quartil. Deve-se ressaltar, porém, que o ponto 210 encontra-se no corpo da represa, logo abaixo do aglomerado urbano de São José, que a rigor deveria apresentar teores menores do que o ponto 211, que está localizado no rio Passaúna (BR 277) antes da entrada da água na represa, pois pelo fator diluidor e os processos de autodepuração que naturalmente ocorrem na água, esses

teores não deveriam apresentar similaridade, deveriam ser menores. Ou seja, esse fato indica que ocorre entrada de novas cargas de MO na água da represa, provavelmente advindas do bairro São José.

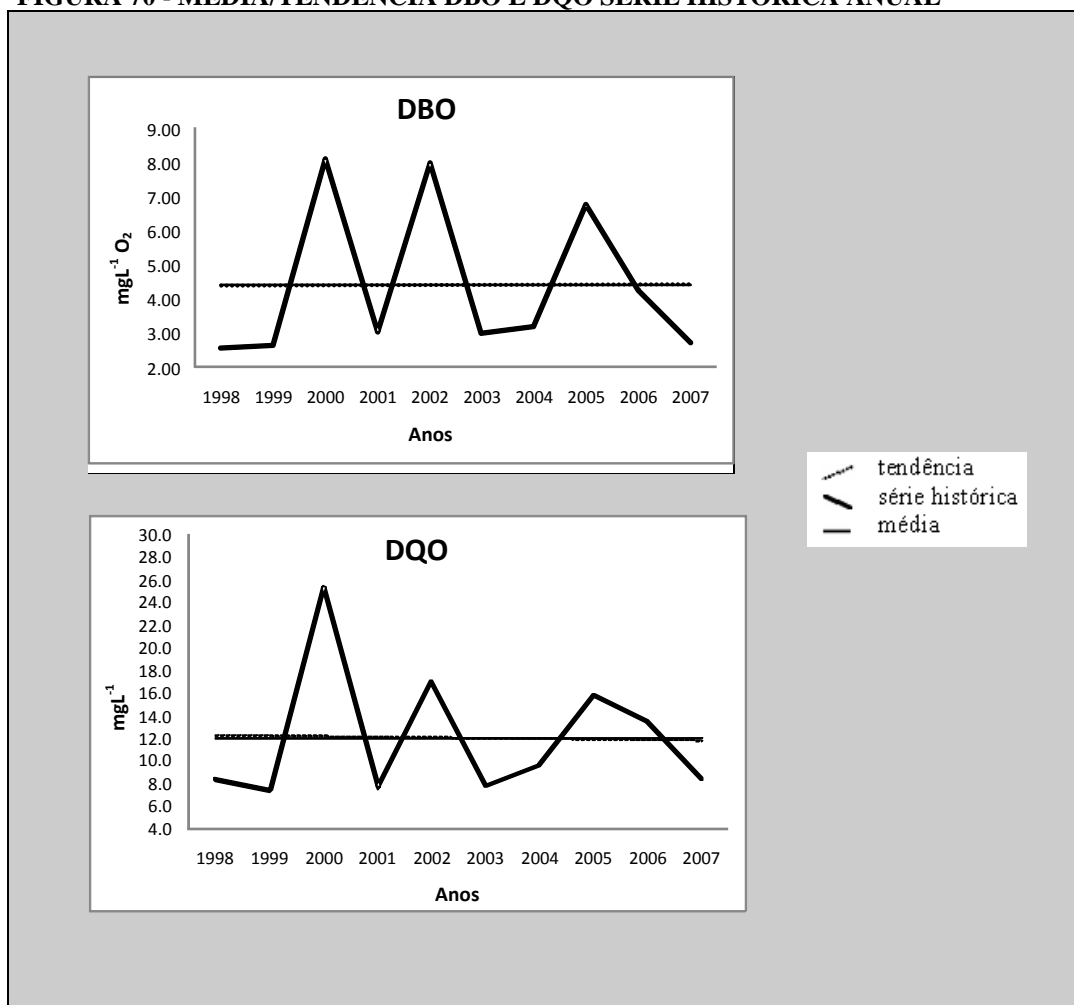
A Resolução 357/05, do CONAMA, estabelece o padrão de no máximo 5 mgL^{-1} em termos de DBO, porém não faz menção a DQO.

FIGURA 69 - DBO E DQO SÉRIE HISTÓRICA MENSAL



Na Figura 70, a série histórica anual mostra o comportamento de ambos os parâmetros (DBO e DQO) praticamente com as mesmas características. Observa-se que a mediana e a linha de tendência se sobrepõem na DBO e na DQO com a linha média, diferindo apenas em termos de quantidade – $4,5 \text{ mgL}^{-1}$ para a DBO e 13 mgL^{-1} para a DQO – pois a DQO sempre apresenta um valor maior que a DBO, como já citado.

FIGURA 70 - MÉDIA/TENDÊNCIA DBO E DQO SÉRIE HISTÓRICA ANUAL



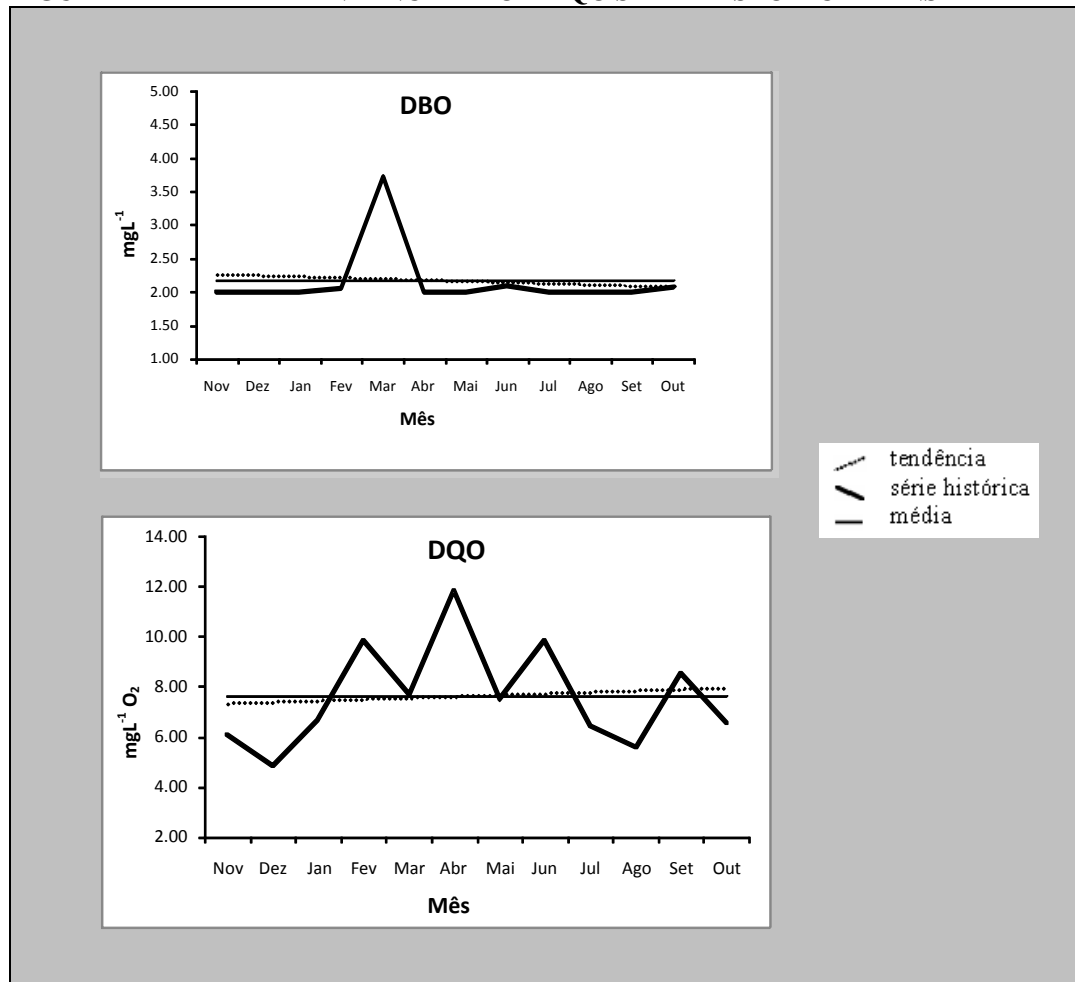
No monitoramento realizado, o comportamento da DBO e da DQO não apresentaram similaridade: enquanto a DBO manteve um valor constante entorno de 2 mgL^{-1} , apresentando apenas um pico entre os meses de fevereiro e março, a DQO apresentou um comportamento irregular com vários picos durante o período.(Figura 71)

Diferem também no sentido da linha de tendência, pois na DBO ela se apresenta em direção de leve declínio, enquanto que na DQO a direção é de uma tenue elevação.

Porém, o que chama a atenção é que quando comparamos o comportamento dos cloretos com o da DBO, observamos que o único pico que ocorreu, durante o monitoramento mensal em um ano, aconteceu no mesmo período para ambos os parâmetros, que foi entre os

meses de fevereiro e março. A análise dessa ocorrência entre os dois parâmetros leva a supor que ocorreu uma descarga de esgoto sanitário na represa nesse espaço de tempo.

FIGURA 71 - MÉDIA E TENDÊNCIA DBO E DQO SÉRIE HISTÓRICA MENSAL



5.3.7 Organismos indicadores de contaminação fecal

Detectar agentes patogênicos em uma amostra de água é extremamente difícil, em razão das suas baixas concentrações; seria necessário examinar volumes expressivos de água para identificar a sua presença. Essa dificuldade é superada através do estudo dos chamados organismos indicadores de contaminação fecal, os quais são predominantemente não patogênicos, porém dão uma satisfatória indicação de quando a água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais.

O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. A determinação da concentração

dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, como as diarreias infecciosas de origem bacteriana entre as quais também se incluem a febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera (CETESB, 2008).

Os principais indicadores de contaminação fecal comumente utilizados são os coliformes totais (CT) e os coliformes fecais (CF), que tem na determinação da presença de *Escherichia coli* o principal indicador da presença de material fecal na água, esse grupo é preferencialmente denominados de coliformes termotolerantes.

Coliformes Totais

O grupo dos coliformes totais (CT) inclui gêneros que não são de origem exclusivamente fecal, o que limita sua aplicação como indicador específico de contaminação fecal. O reconhecimento desse fato levou ao desenvolvimento de métodos de enumeração de um subgrupo de coliformes denominados coliformes fecais (coliformes termotolerantes), os quais são diferenciados dos coliformes totais pela sua capacidade de fermentar a lactose em temperatura elevada (44 a 45°C).

Não existe uma relação quantificável entre CT e microrganismos patogênicos. Segundo Von Sperling (2005), “os coliformes totais poderiam ser entendidos, de forma simplificada, como coliformes ambientais”, dada a sua possível incidência em águas e solos não contaminados, representando, portanto, outros organismos de vida livre, e não intestinal. Por essa razão, os coliformes totais não devem ser utilizados como indicadores de contaminação fecal em águas superficiais. No entanto, no caso específico de abastecimento de água potável, a água tratada não deve conter coliformes totais, os quais, caso encontrados, sugerem tratamento inadequado, contaminação posterior ou nutrientes em excesso na água tratada.

Coliformes Fecais

A presença das bactérias do grupo coliforme fecal na água de um rio significa que ele recebeu material fecal, ou esgotos que podem transportar para a água ou para o solo microrganismos causadores de doenças. O grupo coliforme consiste de vários gêneros de bactérias pertencentes à família Enterobacteriaceae (APHA, 1999).

A utilização dos coliformes fecais, em substituição aos totais, determinou uma melhoria significativa na detecção da contaminação em águas superficiais.

Os coliformes fecais (CF) são empregados para a investigação da poluição por conteúdo fecal em rios e águas de abastecimento. Os CF são um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários predominantemente do trato intestinal humano e de outros animais. Esse grupo compreende o gênero *Escherichia* e, em menor grau, espécies de *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter* (WHO, 1993). O teste para CF é realizado a uma elevada temperatura, objetivando a supressão de bactérias de origem não fecal. No entanto, mesmo nessas condições, é possível a presença de bactérias não fecais (de vida livre), embora em menor número que no teste de coliformes totais. De qualquer forma, mesmo o teste de coliformes fecais não dá garantia de que a contaminação seja realmente fecal. Por essa razão, recentemente se prefere denominar os coliformes fecais por coliformes termotolerantes, pelo fato de serem bactérias que resistem à temperatura elevada do teste, mas não são necessariamente fecais (VON SPERLING, 2005).

O parâmetro é utilizado para avaliar a eficiência da operação de sistemas de tratamento de efluentes, a balneabilidade das águas dos rios e do mar, além de servir como elemento de controle em sistemas de monitoramento dos recursos hídricos em geral. Embora não sejam particularmente deletérias à saúde, sua densidade bacteriana serve como indicadora de poluição fecal. Se confirmada sua presença nas águas dos corpos hídricos, a possibilidade da presença de uma bactéria patogênica será tanto maior quanto maior for o seu número (CONAMA, 2005).

Escherichia Coli

É a principal bactéria do grupo de coliformes termotolerantes, sendo abundante nas fezes humanas e de animais. Pertence à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela atividade das enzimas β -galactosidase e β -glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44,5°C fermenta a lactose e o manitol com produção de ácido e gás e produz Indol a partir do aminoácido Triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos (CONAMA, 2005; DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

É encontrada em esgotos, efluentes tratados e águas naturais sujeitas a contaminação recente por fezes humanas, de animais selvagens e pássaros, e atividades agropecuárias. (WHO, 1993). A sua detecção laboratorial é bastante simples, principalmente devido aos recentes métodos fluorogênicos. Diferentemente dos coliformes totais e fecais, a *E. coli* é a única que oferece garantia de contaminação exclusivamente fecal. Por essas razões, há uma tendência atual em utilizar predominantemente *Escherichia Coli* como indicador de contaminação fecal. No entanto, a sua detecção não dá garantia de que a contaminação seja humana, já que *E. coli* pode ser encontrada também em fezes de outros animais. Há algumas espécies de *E. coli* que são patogênicas, mas isso não invalida seu conceito como bactérias indicadoras de contaminação fecal (VON SPERLING, 2005).

Deve-se lembrar que a água é responsável por um grande número de doenças de veiculação hídrica, principalmente em áreas urbanas densamente povoadas com precárias condições de saneamento básico, onde a rede coletora de esgoto atende apenas parte da população e a maioria do esgoto é lançado diretamente em córregos que cortam essas regiões.

De acordo com a Resolução CONAMA 357, o padrão para uso de recreação de contato primário deve seguir a Resolução CONAMA 274 de 2000 (Anexo 1), que estabelece as categorias águas própria e imprópria.

As águas consideradas próprias (pela mencionada Resolução) são subdivididas nas seguintes categorias:

(i) **excelente** - quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras houver no máximo 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *E. coli* por 100 mL;

(ii) **muito boa** – quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras houver no máximo 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *E. coli* por 100mL ;

(iii) **satisfatória** - quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras houver no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *E. coli* por 100mL.

(iv) **impróprias** - as águas são consideradas impróprias, em relação aos coliformes fecais (termotolerantes), quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *E. coli* por 100 mL.

Para os demais usos não deverá ser excedido o limite de 1000 un/100 mL para coliformes termotolerantes (fecais) em águas superficiais enquadradas na classe 2.

Nas figuras 72, 73 e 74 está representada a série histórica anual de três organismos indicativos de contaminação da água (CT, CF e *E.coli*). Os três apresentam linha de tendência

ascendente, sendo que para os coliformes fecais e *E. coli* a linha ascendente é muito acentuada, mesmo partindo o gráfico do um valor mínimo (25.000/100mL para coliformes fecais e 20.000/100mL para *E. coli*) que é dez vezes maior do que o citado pela Resolução 274 do CONAMA, para as águas classificadas como impróprias.

Apesar da concentração de *E. coli* apresentar declínio em 2007 em relação aos dois anos anteriores, a média situa-se em mais de 60.000/100mL, o que significa um valor 30 vezes maior do que aquele (2.000/100mL) estabelecido para classificar as águas como impróprias.

Os organismos indicadores de contaminação fecal apresentam densidade muito elevada na represa do Passaúna, enquadrando a água na categoria imprópria até para as atividades de recreação e contato primário. Essa concentração elevada de microrganismos sobrecarrega a ETA, que tem que eliminar todas as bactérias do grupo coliforme fecal, pois o padrão para a água de consumo humano, estabelecido pela Portaria 518, de 2004, do Ministério da Saúde, é a ausência dessas bactérias em 100 mL.

FIGURA 72 - MÉDIA E TENDÊNCIA COLIFORMES TOTAIS SÉRIE HISTÓRICA ANUAL

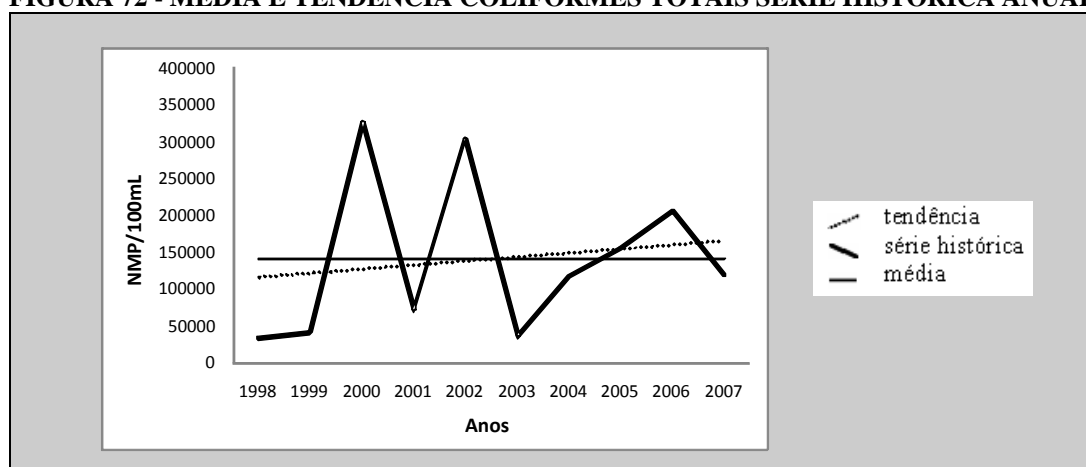
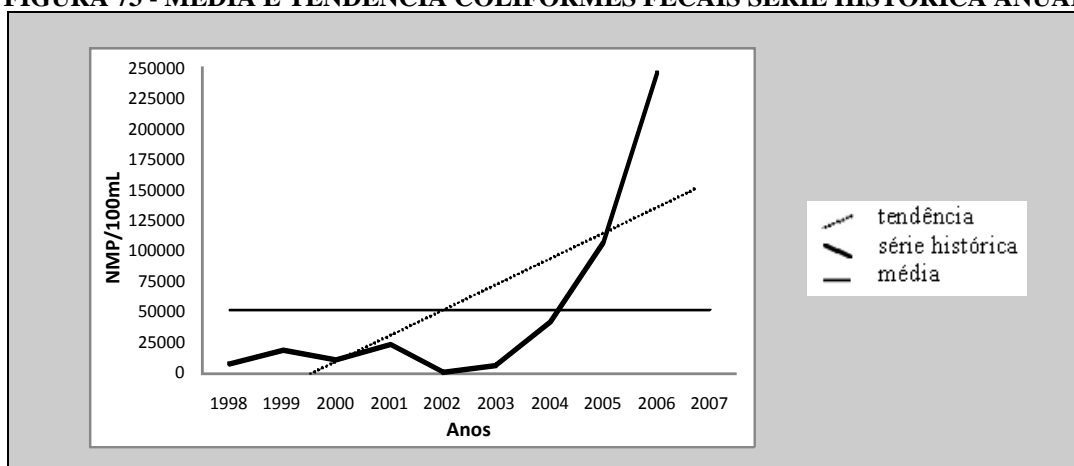
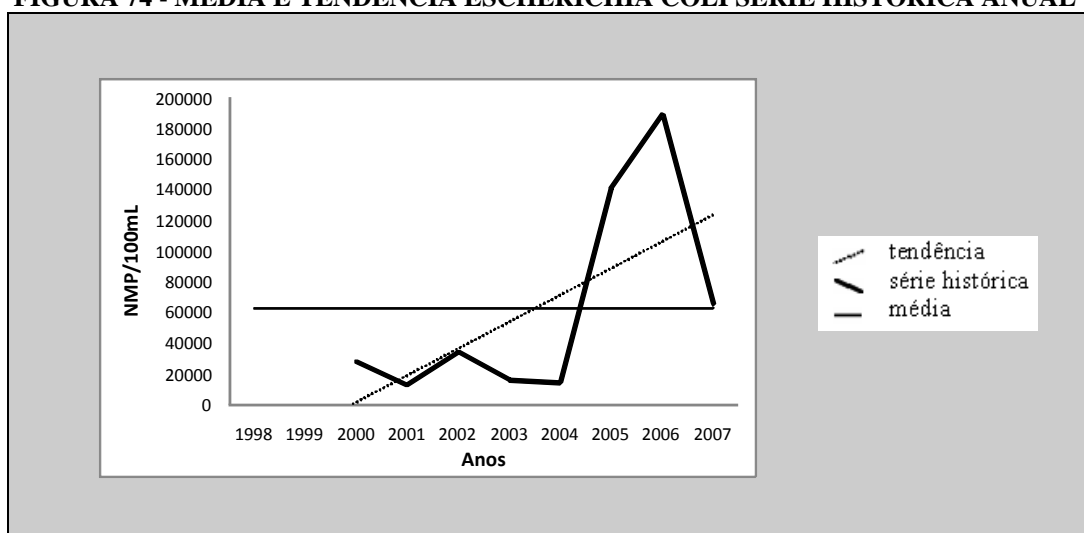


FIGURA 73 - MÉDIA E TENDÊNCIA COLIFORMES FECAIS SÉRIE HISTÓRICA ANUAL**FIGURA 74 - MÉDIA E TENDÊNCIA ESCHERICHIA COLI SÉRIE HISTÓRICA ANUAL**

5.3.8 Caracterização da matéria orgânica

A matéria orgânica contém compostos que, segundo Di Bernardo (2005), podem ser convenientemente agrupados em substâncias não húmicas e húmicas. As substâncias não húmicas incluem aquelas com características químicas definidas, tais como carboidratos, proteínas, aminoácidos, gorduras e ácidos orgânicos de baixa massa molecular. Essas substâncias são facilmente degradadas por microrganismos e têm vida relativamente curta. As substâncias húmicas (ácido húmico (AH), ácido fúlvico (AF) e humina), ao contrário, são mais estáveis. Resumidamente poderíamos dizer que as substâncias não húmicas representam a matéria orgânica recente e as húmicas a matéria orgânica mais velha em um corpo d'água.

Devido à composição heterogênea da matéria orgânica dissolvida (MOD) presente nos corpos aquáticos, não há uma definição clara quanto à sua estrutura química. São encontradas variações com relação à massa molar, aos grupos funcionais e à presença de radicais livres (HAN; THOMPSON, 1999 apud SCHEFFER, 2006).

Os constituintes elementares mais importantes da matéria orgânica, segundo Stum (1992), são: carbono (40-60%), oxigênio (30-40%) e hidrogênio (4-6%).

Técnicas espectroscópicas baseadas em fenômenos de absorção e emissão de radiação eletromagnética podem ser empregadas para a caracterização da MOD presente em águas naturais. Essas técnicas apresentam elevada sensibilidade e, por esse motivo, podem fornecer dados importantes sem que exista a necessidade de pré-concentração da matéria orgânica (SODRÉ; GRASSI, 2007). Dentre essas técnicas destacam-se a espectrofotometria de absorção nas regiões do ultravioleta e do visível (UV-VIS) e a espectrofotometria de fluorescência molecular. Esta última pode fornecer inúmeras informações qualitativas e quantitativas relativas à estrutura molecular de substâncias presentes na matéria orgânica dissolvida (SODRÉ, 2005).

Segundo Sodré (2005), a fluorescência é um fenômeno em que as espécies atômicas do analítico são excitadas por radiações eletromagnéticas nas regiões do UV ou do visível, e quando retornam ao estado fundamental fornecem um espectro de radiações que são emitidas em comprimento de onda superiores ao fixado para a excitação. A medida da intensidade de fluorescência permite a determinação de uma variedade de compostos orgânicos e inorgânicos.

A estrutura química das substâncias húmicas aquáticas pode ser investigada por meio de fenômenos de fluorescência. Sabe-se, por exemplo, que a intensidade de fluorescência é inversamente proporcional ao tamanho dos agregados orgânicos; que em sistemas aromáticos a presença de grupos receptores de elétrons promove uma diminuição da emissão de fluorescência, enquanto que grupos doadores provocam um aumento da intensidade emitida; e que substituintes contendo carbonila, hidroxila, radicais alcóxi e amino tendem a provocar um deslocamento da fluorescência para comprimentos de onda maiores (PEURAVOURI et al., 2002 apud SCHEFFER, 2006).

Através de análises baseadas na fluorescência molecular, segundo Valeur (2001 apud SODRÉ, 2005), pode-se, por exemplo, diferenciar compostos orgânicos contendo grupos funcionais aromáticos, visto que fornecem valores superiores de intensidade de fluorescência

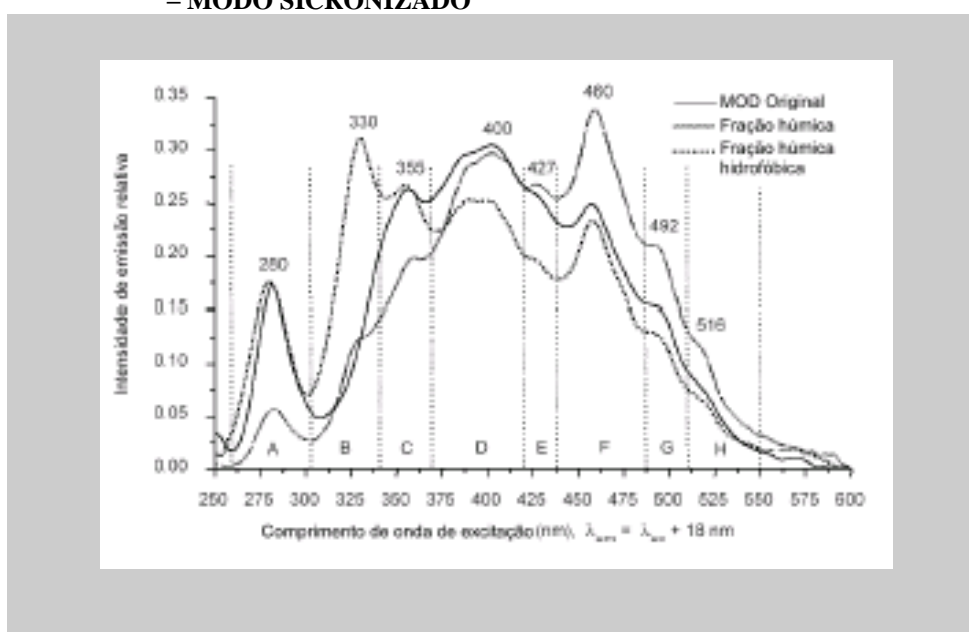
em comparação aos demais tipos de estruturas químicas. Além disso, a intensidade de fluorescência mostra-se superior em sistemas aromáticos que apresentam um maior grau de condensação. Ou seja: quanto maior o número de anéis aromáticos, maior será também a eficiência do processo de fluorescência.

São duas as modalidades de fluorescência mais utilizadas em estudos ambientais: a modalidade emissão e a modalidade sincronizada. Neste trabalho optou-se pela utilização da modalidade sincronizada.

Nos trabalhos de Sodré (2005) e Sheffer (2006), é exposto que a modalidade de fluorescência sincronizada vem sendo amplamente empregada devido à possibilidade de se obter informações adicionais com relação   constituição estrutural de compostos orgânicos, em comparação   modalidade de emissão. Nesse tipo de modalidade de fluorescência, os comprimentos de onda de excitação e de emissão são monitorados de forma sincronizada, com um intervalo constante entre ambos.

Esses mesmos autores relatam que, recentemente, Peuravuori e colaboradores (2002) avaliaram o comportamento de diferentes frações húmicas aquáticas empregando fluorescência sincronizada e evidenciaram a presença de diferentes estruturas orgânicas em várias regiões espectrais obtidas para a m teria orgânica dissolvida natural e para diferentes frações húmicas, conforme pode ser observado na Figura 75. As linhas tracejadas verticais delimitam as diferentes regiões dos espectros.

**FIGURA 75 - ESPECTROS DE FLUORESCÊNCIA MOLECULAR
- MODO SICRONIZADO**



Fonte: Peuravuori et al., (2002) apud Sodré, (2005); Scheffer, (2006)

Nessa figura, as intensidades de fluorescência na região A, centradas em 298 nm, são atribuídas à presença de aminoácidos aromáticos e alguns outros ácidos voláteis que apresentam uma estrutura alifática altamente conjugada. A faixa espectral B pode ser atribuída à presença de naftaleno e seus derivados. As estruturas que contribuem para a fluorescência na faixa espectral C são formadas por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos com três ou quatro anéis conjugados. A região D, cuja faixa espectral é a mais extensa, caracteriza-se pela presença de estruturas policíclicas aromáticas formadas por cerca de cinco anéis conjugados.

A última secção identificada por Peuravuori et al., (2002) apresenta picos de máxima intensidade centrados em torno de 460/478. Essa região, denominada F, reflete a influência de estruturas formadas por cerca de sete anéis aromáticos conjugados. Além disso, estruturas do tipo lignina costumam nela fluorescer.

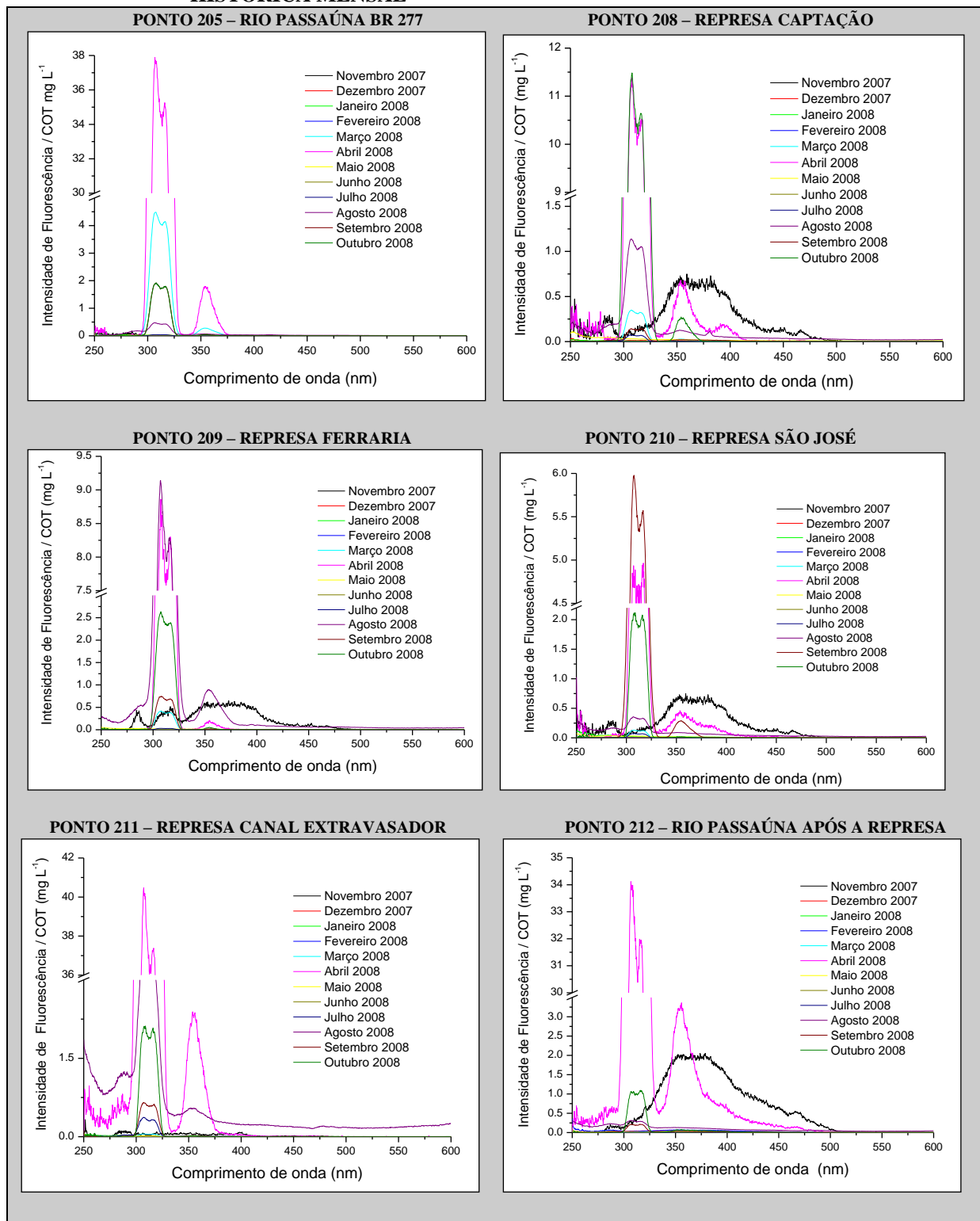
Caracterização da Matéria Orgânica empregando Fluorescência

Os espectros sincronizados das amostras em todos os pontos selecionados revelaram picos bem definidos, centrados no intervalo entre 300 e 325 nm (Figura 76), na região designada B, que, segundo Peuravuori et al., (2002 apud SODRÉ, 2005), pode ser atribuída à presença de naftaleno e seus derivados.

Sinteticamente podemos dizer que o comportamento revelado em relação à intensidade de fluorescência/COTmgL⁻¹, para todos os pontos amostrais ao longo dos doze meses de monitoramento, indica a presença de matéria orgânica recente tanto na água do rio Passaúna (pontos 211 e 212), como no corpo da represa (pontos 209, 210, 208 e 205). Matéria orgânica recente em águas naturais tem normalmente como fonte a descarga de esgoto doméstico, ou efluente de estações de tratamento de esgotos.

Através dos resultados dos parâmetros físico-químicos e biológicos aqui avaliados, tanto na série histórica anual, como na série histórica mensal, principalmente em relação ao comportamento dos cloretos e da DBO, da presença elevada de bactérias do grupo coliforme fecal e *Escherichia coli* e da caracterização de matéria orgânica recente na água, pode-se concluir que existe aporte de esgoto doméstico na represa do Passaúna.

FIGURA 76 - INTENSIDADE DE FLUORESCÊNCIA – MODO SINCRONIZADO NA SÉRIE HISTÓRICA MENSAL



O que distingue o ser humano dos animais não é o dedão, é exatamente o fato de que ele é portador de utopia. ...sem ela não vale a pena viver, e sem ela também é impossível pensar, porque o pensamento não é produzido a partir do que houve, nem do que há. O pensamento portador de frutos é produzido a partir do que pode ser.
Milton Santos (2000).



CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES

6.1 CONCLUSÃO

Avaliar a qualidade da água ao longo do tempo e refletir sobre a influência do processo de ocupação urbana do entorno da represa do Passaúna na agregação de riscos potenciais à saúde da população consumidora atual e futura, foi o fio condutor deste trabalho. Para esse intento foram utilizados embasamentos teóricos sobre a relação saúde e ambiente, risco e vulnerabilidade, ocorrência e modo de ação das substâncias classificadas como interferentes endócrinos e levantamento de dados empíricos quantitativos e qualitativos que demonstrassem a presença de traçadores químicos indicativos da presença de esgoto doméstico na água da represa.

A preocupação com a água de consumo contendo excretas e a ocorrência de doenças não datam dos dias atuais; desde a mais remota antiguidade vamos encontrar relatos que mostram o cuidado destinado a proteger as fontes de abastecimento de água e a preocupação em afastar os excretas. Há centenas de anos é conhecida a necessidade de se purificar a água e colocar em prática hábitos sanitários para manter a vida saudável. Mesmo que de forma praticamente intuitiva, já se reconhecia a importância da relação saúde-ambiente para o bem-estar do homem.

A partir das expressivas modificações econômicas, sociais e ambientais que se iniciaram com a revolução industrial e acabaram por atingir, em um tempo menor ou maior, praticamente todo o mundo, a relação entre saúde e ambiente foi aos poucos deixando de ter um caráter intuitivo e passou a ser comprovada empiricamente.

O adensamento das cidades, decorrente do crescimento acelerado da população e da concentração urbana, não foi seguido na mesma proporção por melhorias e avanços técnicos de infraestrutura de saneamento, o que levou ao surgimento e ocorrência de doenças que tiveram comonexo causal a contaminação da água de consumo por excretas humanas.

Assim, até as primeiras décadas do século XX, a questão de maior relevância relacionada ao saneamento era ainda a contaminação da água por microrganismos patogênicos capazes de veicularem doenças infecciosas e parasitárias ao homem, desencadeando assim epidemias, como de fato ocorreu em alguns países. Porém essa preocupação foi desaparecendo, à medida que o desenvolvimento de tecnologias de tratamento de água, ocorrido principalmente na segunda metade do século XX, levou à aceitação da ideia de que os mananciais que recebem efluentes domésticos ou industriais contendo microrganismos, micropoluentes sintéticos, orgânicos e inorgânicos poderiam ser convenientemente tratados,

permitindo a produção de água com qualidade segura. Independentemente dos níveis de poluição desses mananciais, supunha-se que os processos e operações unitárias de coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção seriam suficientes para tornar a água segura para abastecimento doméstico (HESPANHOL, 1999 apud WIECHETECK, 2005).

Ao mesmo tempo em que se acreditava que estávamos seguros através da indubitabilidade científica acompanhada de um sistema perito que tudo, ou quase tudo, podia resolver com base na racionalidade científica, os avanços tecnológicos e as mudanças globais passaram a incentivar novas formas de produção e ocupação territorial, consolidando mudanças nos hábitos da população e criando novos padrões de produção e consumo que passaram a alterar a qualidade da água.

A evolução industrial introduziu no meio ambiente e nos corpos de água superficiais e subterrâneos milhares de compostos orgânicos e inorgânicos sintéticos, surgindo os riscos de doenças crônicas, associadas às concentrações muito baixas de micropoluentes, orgânicos e inorgânicos, que podem não ser removidos em sistemas convencionais de tratamento de água. O modelo de desenvolvimento sob o qual estamos vivendo condiciona as relações sociais e econômicas e acentua os riscos para a saúde e o ambiente (AUGUSTO, 2004).

Com a crescente demanda por recursos hídricos disponíveis em lagos, rios e águas subterrâneas, os riscos do consumo de água contaminada aumentaram e, com isso, novas tecnologias de tratamento de água têm sido propostas para a remoção de metais pesados e compostos orgânicos sintéticos e naturais que, por sua vez, podem produzir efeitos adversos e subprodutos perigosos para o ambiente e para a saúde, como no caso dos trihalometanos. Desse modo, o processo acaba se configurando em uma geração contínua de riscos, algo como um “jogo automantido”, como colocam Giddens e Lash (1997).

Sem dúvida, um dos grandes desafios mundiais neste novo século é assegurar a disponibilidade de água para todos em quantidade e qualidade adequadas, mas a expansão desordenada das cidades, a ampliação das áreas destinadas à agricultura e à pecuária, e os padrões de produção e consumo adotados pela sociedade na modernidade têm gerado sobre as bacias hidrográficas uma in(evitável) degradação dos recursos hídricos, reduzindo a qualidade da água bruta e pondo em risco os cenários futuros de abastecimento.

O esgoto doméstico, na atualidade, além de organismos patogênicos contém substâncias tóxicas como pesticidas, metais, micropoluentes orgânicos e inorgânicos. A presença de substâncias químicas sintéticas provenientes de fármacos residuais,

principalmente antibióticos e estrogênios, de componentes químicos de produtos de higiene pessoal, dentre outros, tem sido frequentemente verificada em águas naturais, em efluentes de estações de tratamento de esgoto e até mesmo na água tratada.

Algumas dessas substâncias químicas sintéticas, os interferentes endócrinos, podem substituir os hormônios naturais, transformando os processos normais de reprodução e desenvolvimento. A ocorrência de interferentes endócrinos nas águas naturais e de consumo tem gerado uma crescente preocupação com as possíveis consequências negativas para a vida silvestre e a saúde humana.

Um número expressivo de trabalhos e publicações vem alertando, desde o início dos anos 80, para os perigos que esses poluentes emergentes representam, mas a consciência do risco na civilização altamente industrializada em que vivemos se forma contra a negação constante dos cientistas. Enquanto esses riscos não são reconhecidos cientificamente, eles não existem e, dessa forma, não são impedidos, tratados ou ressarcidos.

Em relação aos interferentes endócrinos, esse processo é ainda mais complexo, uma vez que eles atuam em doses muito baixas, em longos períodos de tempo. Todavia, pelo menos um fato pôde ser constatado na revisão bibliográfica realizada sobre os poluentes emergentes: existe o consenso entre os pesquisadores de que são necessárias mais pesquisas empíricas sobre o assunto, bem como o desenvolvimento de metodologias analíticas a custos mais acessíveis.

Assim, hoje as preocupações com a água, enquanto agente veiculador de doenças vai muito além das doenças infecciosas e parasitárias, apesar de essa “nova” preocupação com a água não ser ainda, de todo, um consenso entre pesquisadores, empresas de abastecimento de água e órgãos responsáveis pela regulamentação dos recursos hídricos.

As pesquisas sobre interferentes endócrinos não param de crescer e a cada dia mais produtos químicos vão sendo acrescentados à lista e seus efeitos sobre a saúde de homens, mulheres e fetos são descobertos. Tais produtos, sem distinção, atingem grandes metrópoles, áreas rurais, pessoas ricas e pobres. No Brasil, estão nos alimentos, nas embalagens plásticas, em fertilizantes, inseticidas, herbicidas, fungicidas e tantos outros pesticidas. Contudo, não se observa uma ação efetiva das autoridades em proibir a fabricação, a venda e o uso comercial dessas substâncias. Essa demora mais uma vez poderá ter como resultado a contaminação de milhares de pessoas, e muitos dos casos sequer serão conhecidos.

Neste trabalho foi realizado um estudo retrospectivo de dez anos, em série histórica anual, e um estudo atual em série histórica mensal da qualidade da água da represa do Passaúna, através de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Os resultados encontrados revelaram que a água da represa do Passaúna vem sendo comprometida ano após ano, devido a fatores relacionados com a urbanização desordenada que ocorreu em áreas limítrofes à represa e o adensamento populacional significativo que vem ocorrendo desde 1985 até os dias atuais, que ficou evidenciado pela modificação da paisagem expressa nos fotomosaicos de 1963, 1980, 1985, 1992 e 2000.

A caracterização das águas da represa do Passaúna através de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, em série histórica anual (1998-2007) e em série histórica mensal (nov.2007- out.2008), foi realizada buscando conhecer a existência do aporte de esgoto doméstico na represa, que é uma das principais causas do comprometimento da qualidade da água.

Dentre os vários parâmetros analisados, os teores de cloreto, a DBO (demanda bioquímica de oxigênio), a caracterização da matéria orgânica e a presença das bactérias termotolerantes, principalmente a *Escherichia coli*, foram de fundamental importância. Ao comparar o comportamento dos cloretos e da DBO na série histórica mensal, observou-se que os picos de elevação ocorreram no mesmo período de tempo, indicando um aporte de matéria orgânica característica de esgoto doméstico, que foi confirmada pela análise de fluorescência molecular, a qual indicou ser de origem recente a matéria orgânica encontrada, uma vez que todos os seis pontos amostrais apresentaram intensidade de fluorescência/COTmL⁻¹ que ocupou a faixa de comprimento de onda compreendida entre 300 e 350nm. Além dessa relação entre os três parâmetros, a linha de tendência dos cloretos apresenta comportamento ascendente ao longo dos meses.

Na série histórica anual o que chama mais atenção é o aumento expressivo de bactérias termotolerantes. Os coliformes fecais e a *Escherichia coli* apresentam altas concentrações e linha de tendência em elevação acentuada ao longo dos anos, indicando que vem ocorrendo aumento na entrada de matéria orgânica de origem fecal na água da represa.

A análise dos parâmetros físico-químicos e biológicos realizados na represa do Passaúna, retrospectivamente e na época atual, de forma integrada com outros indicadores, como a evolução da ocupação urbana em São José e Ferraria e o crescimento da população no entorno da represa, que ocorreram de forma intensiva e com falta de infraestrutura de

saneamento adequada, forneceu subsídios que comprovam a hipótese deste trabalho de que, a ocupação urbana no entorno de mananciais e a falta de infraestrutura de saneamento aumentam o aporte de esgoto doméstico nas águas de consumo humano, o que contribui, devido à presença de micropoluentes químicos, para a agregação gradativa de riscos à saúde da população consumidora atual e das gerações futuras.

Diz o ditado popular que é *“preciso aprender com os erros do passado”*. Se em um passado, não muito distante, as ações voltadas para o saneamento do ambiente urbano foram implantadas somente após a instalação de epidemias que dizimaram muitas vidas e só foram tratadas, na maioria das vezes, porque também colocavam em risco a parcela de indivíduos mais abastados de uma sociedade dividida em classes, hoje as ações que agredem o meio ambiente e desequilibram a relação homem x natureza não seguem pelo mesmo caminho, uma vez que, na modernidade, a sociedade de classes está sendo substituída pela “sociedade de risco”, conforme postula Beck (1986). Nessa sociedade todos estão expostos aos mesmos riscos, e o que difere os indivíduos entre si é o grau de vulnerabilidade de cada um frente a esses riscos.

6.2 CONSIDERAÇÕES

A análise de parâmetros físico-químicos e biológicos, como realizada neste trabalho, de forma integrada a outros estudos que incluíram os processos de urbanização, crescimento da população, formas de uso e ocupação do solo e dos fatores impactantes ao longo da represa da Passaúna, é uma ferramenta importante para avaliação dos riscos e vulnerabilidade socioambientais urbanos.

A expansão de estudos que focalizem a associação entre poluição e saúde permitirá avaliar os impactos ambientais e os riscos deles decorrentes. Certamente, se no projeto de gestão ambiental tanto da APA como da Bacia do Passaúna forem introduzidos estudos voltados não só para a detecção e mensuração de compostos considerados interferentes endócrinos, mas de substâncias químicas sintéticas em geral, que podem tornar-se fatores indutores de alteração da saúde, estaremos evitando muitos problemas ainda de difícil solução na área da saúde tanto ambiental como humana. Entre as ações planejadas, a identificação das fontes poluidoras, com base no conceito de que a precaução e a prevenção da poluição é a solução mais eficiente para a redução de custos ambientais e a promoção da saúde, contribuirá

para uma ação de fato necessária para evitar a disseminação de problemas que advêm da poluição da água.

Porém, esses estudos por si só não irão resolver os problemas da água como agente agregador de risco à saúde para a geração atual e futura de consumidores da água da represa do Passaúna. É necessário, em um primeiro momento, que o arcabouço jurídico existente seja aplicado de forma integral, uma vez que a legislação possui alcance suficiente para impor medidas restritivas, mitigadoras e corretivas. A fiscalização pelos órgãos competentes deve ser mais atuante e efetiva para diminuir os riscos socioambientais existentes na APA.

Em um segundo momento, deveria desencadear-se uma ampla discussão para rever o zoneamento ecológico da APA, destacando-se que o ideal seria impedir a construção de habitações e atividades poluidoras dentro da mesma, sendo que as atividades agrícolas permitidas deveriam ser aquelas que se baseassem nos princípios da agroecologia, para evitar a presença de agroquímicos no solo. Assim as autoridades ambientais, através de medidas restritivas para o uso e ocupação do solo, estariam estabelecendo ações imediatas para obter resultados mitigadores em médio prazo.

Seria não só interessante como desafiador pautar essas ações pelo princípio da precaução, o qual inverte os pressupostos do paradigma preventivo clássico para o caso das tecnologias cujas incertezas e potenciais prejuízos sejam considerados elevados, tanto para o futuro quanto para as gerações futuras, quando avaliadas as consequências em longo prazo. Como bem coloca Porto (2008, p.151), “o ônus da prova e dos marcos regulatórios também é invertido, pois o que a sociedade passa a exigir dos proponentes das novas tecnologia e das agencias reguladoras não é propriamente a avaliação científica da existência dos riscos, mas sim da inexistência destes”.

Outra mudança necessária para o enfrentamento da poluição dos recursos hídricos é a alteração na forma de como vem sendo realizado o monitoramento da qualidade da água nas bacias hidrográficas pelos órgãos governamentais estaduais e federais. A periodicidade das análises deveria ser efetivamente mensal, com alimentação de informações para um banco de dados integrado, para gerar um retrato confiável do comportamento dos parâmetros físico-químicos e biológicos que são indicadores de alteração da qualidade das fontes de abastecimento de água. Dados de monitoramento transformados em informação fornecem subsídios para tomada de decisões em um curto espaço de tempo.

O acesso ao banco de dados sobre a qualidade da água deveria ser permitido às instituições de ensino para análises científicas e complementares, bem como ao público leigo com as devidas interpretações. A parceria entre os órgãos fiscalizadores/gestores e as instituições dedicadas ao ensino e à pesquisa resultaria em um leque de estudos que levantariam dados empíricos sobre as questões relacionadas à água de consumo. Isso beneficiaria não só os órgãos fiscalizadores/gestores com informações precisas e atuais, como também a comunidade em geral.

Outro fator também relacionado aos órgãos governamentais que atuam na área dos recursos hídricos é a revisão das portarias que estabelecem os padrões de potabilidade e de lançamento de efluentes nas águas. As substâncias químicas sintéticas, principalmente as consideradas IE, devem estar contempladas nessas portarias. Se o entrave maior está no custo elevado das metodologias analíticas e na exigência de recursos humanos especializados, as análises poderiam ter periodicidade semestral e serem centralizadas em laboratórios de referência, como já acontece com alguns parâmetros da atual portaria.

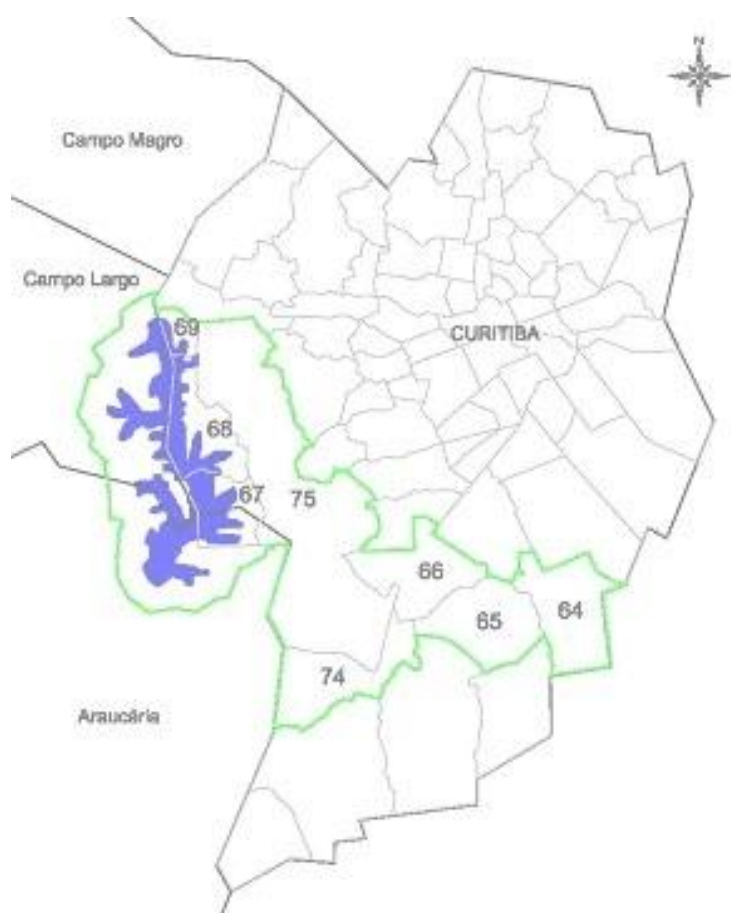
Por outro lado, esses mesmos órgãos deveriam reavaliar as estações de tratamento de esgotos, que têm como principal indicador de eficiência a remoção da matéria orgânica dos afluentes, o que não é suficiente para garantir a não ocorrência de impactos à biota dos rios e problemas de saúde para os usuários dessas águas, advindos da presença das substâncias químicas sintéticas.

Aliada a uma efetiva integração do setor de saneamento com outros setores afins, na proposição de medidas que priorizem as obras de esgotamento e tratamento eficaz de esgoto no entorno dos mananciais de abastecimento, quando a transposição para outra área não for possível, a associação das medidas acima elencadas propiciará um avanço significativo nas ações de proteção dos mananciais de abastecimento.

Uma proposta de longo prazo para a recuperação e proteção dos recursos hídricos, e a nosso ver a mais difícil, é a necessidade de mudança dos padrões de produção e consumo gestados ao longo das últimas décadas, os quais passaram a redefinir tanto o estado das águas, do ar, dos solos, da fauna e da flora, quanto as próprias condições da existência humana em seus espaços de moradia e de trabalho, seus fluxos migratórios e as situações de saúde e morte. Essa relação apresenta tal grau de intensidade, que até poderíamos dividir a sociedade contemporânea em sociedade do consumo, sociedade do descartável e sociedade do desperdício.

As considerações ora expostas indicam que as soluções para os problemas ambientais são complexas. Diante disso, as ações que visem resolver, reparar ou mitigar os danos decorrentes dos impactos sofridos devem trilhar principalmente pelos pressupostos norteadores da interdisciplinaridade, a fim de que se possam compreender e apreender as múltiplas relações de causalidade e interdependência dos diversos fatores relacionados ao meio ambiente e às questões ambientais.

Por fim, é importante ressaltar, que o caminho percorrido para a construção desta tese, na maior parte do tempo não foi um percurso solitário; ao contrário, foi um andar coletivo, pautado na interação dos conhecimentos peculiares a cada área de conhecimento, os quais, quando lançados sobre uma problemática comum de estudo, possibilitaram vislumbrar um horizonte maior, pontilhado com cores diversas, que resultou na apreensão de um novo olhar sobre a cidade e as questões que envolvem a relação saúde e ambiente.



REFERENCIAS

ABRIL G.; FRANKIGNOULLE, M. Nitrogen-alkalinity interactions in the highly polluted Scheldt basin (Belgium). **Water Res.**, v. 35, n.3, p.844-850, 2001.

APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for examination of water and waste water**. 19.ed. Washington D.C.: American Public Health Association, 1999. 1134 p.

ALVES, H.P.F. **XI Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional (ANPUR)**, Salvador-BA, maio de 2005. **Anais...**

ANDRADE, C.R.; SITTE, C.; BRITO, S. In: SITTE, C. **A construção das cidades segundo princípios artísticos**. São Paulo: Ática, 1992. p. 207-233.

ANDREOLI, C.V.; DALARMI, O.; LARA, A.I.; RODRIGUES, E.M.; ANDREOLI, F.N. Os Mananciais de Abastecimento do Sistema Integrado da Região Metropolitana de Curitiba – RMC. **Sanare**, Curitiba, v. 12, n. 12, p. 19-29, 1999.

AQUINO, SÉRGIO F.de; SILVA, S. de Q.; CHERNICHARO, C.A.L. Practical aspects of the chemical oxygen demand (COD) test applied to the analysis of anaerobic effluents. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, 2006.

ASSUNÇÃO, J.V.; PESQUERO, C.R. Dioxinas e furanos: origens e riscos. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 33, n. 5, p.18, out. 1999.

AUGUSTO, L.G.S. Saúde e ambiente. In: BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde no Brasil: contribuições para a agenda de prioridades de pesquisa**. Brasília, 2004.

AUGUSTO, L.G.S.; CÂMARA, V.M.; CARNEIRO, F.F.; CÂNCIO, J.; GOUVEIA, N. Saúde & Ambiente: uma reflexão da Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde – ABRASCO. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.6, n.2, p.31, jun.2003.

AXELROD, D.; DAVIS, D.L.; HAJEK, R.A.; JONES, L.A. It's time to rethink dose: the case for combining cancer and birth and developmental defects. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, p. 246-249, 2001.

BAENINGER R. Tendências do crescimento demográfico nos aglomerados urbanos. **“Políticas públicas integras em saúde nos aglomerados urbanos”**.OPAS. Organização Pan-Americana de Saúde, 2003.

BAIRD, C. **Química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARTRAM, J.; CARMICHAEL, W.W.; CHORUS, I.; JONES, G.; SKULBERG, O. M. Introduction. IN: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Eds). **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their Public Health, consequences, monitoring and management**. London: WHO, 1999.

BASTOS, R. K. X.; HELLER, L.; FORMAGGIA, D. M. E.; AMORIM, L. C.; SANCHEZ, P.S.; BEVILACQUA, P. D.; COSTA, S. S.; CÂNCIO, J. A. Revisão da Portaria 36 GM/90:

Premissas e Princípios norteadores. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, **Anais**, p. 1 -12, João Pessoa: ABES, 2001.

BAUDRILLARD, J. **A transparência do mal: ensaio sobre fenômenos** extremos. Campinas: Papirus, 1990.

BECHARA, E.J.H. O Homem e o Ambiente. **Química Nova**, v. 15, n. 2, p.117, 1992.

BECK, U. **La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad**. Madrid: Paidós, 1998.

BECK, U. A reinvenção da política: rumo a uma teoria da modernização reflexiva. In: BECK U.; GIDDENS, A.; LASH, S. (Org.). **Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna**. São Paulo: Ed. UNESP, 1997.

BENETTI, A.D. Sessão livros técnicos. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v.12, n.2, p.115-116- abr./jun. 2007.

BENETTI, R. **Caracterização físico-química de águas superficiais na Represa de Alagados**. Ponta Grossa, 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química). UEPG.

BÍBLIA. **Gênesis**. Brasília: Sociedade Bíblica de Brasília, 1969. Cap.1. ver. 28.

BILA, D.M.; DEZOTTI, M. Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e consequências. **Química Nova**, v. 30, n.3, p.19 maio/jun. 2007.

BIRKETT, J.W.; LETTER, J.N. (2003) **Endocrine Disrupters in Wastewater and Sludge Treatment Process**, 1ª ed., IWA Publishing, Lewis Publishers CRC Press LLC: USA.

BIRNBAUM, L.S. Endocrine effects of prenatal exposure to PCBs, dioxins, and other xenobiotics: Implications for policy and future research. **Environmental Health Perspectives**, v.102, p.676-679, 1994.

BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I.; WISNER, B. **At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**. 2. ed. London: Routledge, 1994.

BOLMANN, H.A.; MARQUES, D.M.L.M. Influencia da densidade populacional nas relações entre matéria orgânica carbonácea, nitrogênio e fósforo em rios urbanos situados em áreas com baixa cobertura sanitária. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.11, n.4, p.5, 2006.

BOTKIN, D.B.; KELLER, E.A. **Environmental Science: Earth as a living Planet**. 3.ed. USA: John Willey & Sons, 2000. 649 p.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.; BARROS, M.T.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGE, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRANCO, S.M. Aspectos institucionais e legais do controle da poluição. In: PORTO, R.L.L. (Org.) **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos/EDUSP, 1991. p.349-373.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Promoção da Saúde**: cartas de Ottawa, Adelaide, Sundsvall e Santa Fé de Bogotá. Brasília, 1996.

BRASIL. Lei número 9.985, de julho de 2000. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, 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. **Diário Oficial [da] República Federativa de Brasil**, Brasília, 22 fev. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa de Brasil**, Brasília, 22 fev. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de informação sobre mortalidade**. Disponível em <<http://w3.datasus.gov.br/datasus/datasus.php?area=359A1B378C5D0E0F359G22H011Jd5L25M0N&VInclude=../site/infsaude.php&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/obt>>. Acesso em: ago, 2006.

BRILHANTE, O.M. Gestão e Avaliação da Poluição, Impacto e Risco na Saúde Ambiental. In: BRILHANTE, O.M.; CALDAS, L. Q. (eds). **Gestão e Avaliação de Risco em Saúde Ambiental**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002.

BRUNDTLAND, G. **Our Common Future**. London: Oxford University Press, 1987.

BUSCH, O.M.S. **Promoção em Saúde: um estudo exploratório**. Ponta Grossa, 2000. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade Estadual de Ponta Grossa – Escola Nacional de Saúde Pública – FIOCRUZ. 122 p.

BUSCH, O.M.S.; HORA, K.E.; LIMA, P.R. Conversa de Boteco: que fim leva a relação homem x natureza na modernidade? In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO OIUSDMAN, Curitiba, 2006. **Anais...**

BUSCH, O.M.S.; KASSMAYER, K.; LIMA, P.R.; PROSSER, E.S.; CENCI, D.; LEITÃO S.A. Cidade e violência na sociedade de risco. In: FERREIRA, J. A. **Águas Urbanas**: memória, gestão, riscos e regeneração. Londrina: EDUEL, 2007.

BUSCH, O.M.S.; LIMA, P.R.; PROSSER, E.S.; CENCI, D.R.; KÄSSMAYER, K.; LEITÃO, S.A. **Peculiaridades e heterogeneidades sócio-ambientais da porção sudoeste do aglomerado urbano da Região Metropolitana de Curitiba**: uma problemática sob olhar interdisciplinar. Curitiba, 2008. Relatório Oficina de Estudo.

CAIRNCROSS, S. Water supply and sanitation: An agenda for research. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 92, p. 301-314, 1989.

CÂMARA, V.M.; TAMBELLINI, A.T. Considerações sobre o uso da epidemiologia nos estudos em saúde ambiental. **Revista Brasileira de Epidemiologia**.v. 6, n. 2, p.10, 2003.

CAMARGO, M.C.C. Predictors related to the occurrence of a measles epidemic in the city of São Paulo in 1997. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 7, p. 359-65, 2000.

CAMPONOGARA, S.; KIRCHHOF, A.L.; RAMOS, F.R.S. Uma revisão sistemática sobre a produção científica com ênfase na relação entre saúde e meio ambiente. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2; p. 427-439, 2008.

CAPRA, F. **O Ponto de Mutação**. São Paulo: Cultrix, 1996.

CARMICHEL, H. Sex offenders. **Chemistry in Britain**, v.34, p.25-29, 1998.

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. São Paulo; Gaia, 2010. 327p.

CARVALHO, A.I. Da saúde pública às políticas saudáveis – saúde e cidadania na pós-mordenidade. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v. 1, n 1, p. 104-20, 1996.

CARVALHO, N.O.; FILIZOLA JUNIOR, N.P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, I.E.F.W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, 2000. 132 p.

CASTELLS, M. **A era da informação: economia, sociedade e cultura**. O poder da identidade. São Paulo: Paz e Terra, 1999. v.2.

CASTIEL, L.D. Lidando com o risco na era midiática. In: MINAYO, M.C.S.; MIRANDA, A.C. (Org.). **Saúde e Ambiente Sustentável: estreitando os nós**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002.

CENCI, D.R.; PROSSER, E.S.; KÄSSMAYER, K.; BUSCH, O.M.S.; LIMA, P.R.; LEITÃO, S.A.M. **Estudo de partes da região sudoeste de Curitiba e da APA do Passaúna: elementos para a caracterização da área**. Trabalho final da Oficina II (Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, linha de pesquisa Urbanização, cidade e ambiente urbano). UFPR. Curitiba, 2006.

CETESB. **Relatório de Qualidade das águas Interiores do Estado de São Paulo, 2005**. Série Relatórios, São Paulo, 2006

CETESB. www.cetesb.sp.gov.br/Água/rios_informações.htm. Acesso em: mai, 2007.

CETESB. www.cetesb.sp.gov.br/Água/rios_informações.htm. Acesso em: jun, 2008.

COLBORN, T.; DUMANOSKI, D.; MYER, J. P. **O Futuro Roubado**. Porto Alegre: L&PM, 2002.

COLBORN, T.; CLEMENT, C. **Chemically Induced Alterations in Sexual and Functional Development: the Wildlife/Human Connection**. Princeton: Princeton Scientific Publishing, 1992.

COLBORN, T.; VOM SAAL, F.S.; SOTO, A. M. Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans. **Environmental Health Perspectives**, v. 101, p.378-384, 1993.

COLBORN, T.; DUMANOSKI, D.; MYERS, J. P. **Our Stolen Future: Are We Threatening Our Fertility, Intelligence, and Survival? A Scientific Detective Story**. New York: Dutton Books, 1996.

COMEC. Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. **Relatório ambiental da Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba, 1997.

COMEC. Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. **Relatório parcial da atualização do zoneamento ecológico econômico as APA do Passaúna: revisão Curitiba**, 2001. 176 p.

COMISSÃO BRUTLAND. **Desenvolvimento Sustentável**. Conferência Das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente, 1987. Efetivado em 1992. 1990-1995. Brasília: Ministério da Saúde, 1997.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: mai,2007.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 274**, de 29 de nov. de 2000. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: maio, 2007.

COSTA, A. M. **Análise Histórica do Saneamento no Brasil**. Rio de Janeiro, 1994. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

CRUZ, J. da. La investigación sobre catástrofes en las ciencias sociales. In: **Rapporter och Notiser**, Departamento de Geografia Social y Económica, Universidade de Lund, 1991.n. 101, p. 56.

DAVIS, D.L.; BRADLOW, H.L. Can environmental estrogens cause breast cancer? **Scientific American**, v. 273, p.166-172, 1995.

DAVIS, D.L.; BRADLOW, H.L.; WOLFF, M.; WOODRUFF, T.; HOEL, D.G.; ANTON-CULVER, H. Medical hypothesis: Xenoestrogens as preventable causes of breast cancer. **Environmental Health Perspectives**, v. 101, p. 372-377, 1993.

DESCHAMPS, M.V. **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba: UFPR, 2004.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D.B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2.ed. São Paulo; RiMa, 2005.

DIAS, L.N. **Estudo integrado da bacia hidrográfica do reservatório Passaúna (Araucária-Paraná-Brasil), considerando a inter-relação da ocupação dos solos com a qualidade de água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária). Escola de Engenharia de São Carlos, 1997, USP.

DOUGLAS, M. **Risk Acceptability according to the social sciences**. London: Routledge and Kegan Paul, 1986.

DREW, D. **Processos interativos Homem-Meio Ambiente**. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

DUBOIS-MAURY, J.; CHALINE, C. **Les risques urbains**. 2.ed. Paris: Armand Colin, 2004.

DUBOS, R. Ilusão de saúde. In: BLACK, N. **Health and disease**. Philadelphia: Open University-Milton Keynes, 1984. p.12-21.

EPA. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Research Plan for Endocrine Disruptors**. EPA/600/R-98/042. Febr. 1998.

EPA. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Removal of Endocrine Disruptor Chemicals Using Drinking Water Treatment Processes**. EPA/625/R-00/015. March 2001. [pri_substances.htm](#)>. Acesso em: set,2006.

EPA. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Special Report on Environmental Endocrine Disruption: An Effects Assessment and Analysis**. EPA/ 630/R-96/012. Risk Assessment Forum. Washington, D.C, 1997.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual**. Cincinnati, 1999.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **Environmental Pollution Control Alternatives: Drinking Water Treatment for Small Communities**. Cincinnati, 1990.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **National Primary Drinking Water Regulations**. 2006. Disponível em: [Http://www.epa.gov/safewater/mcl.html](http://www.epa.gov/safewater/mcl.html). Acesso em: nov, 2006.

ESREY, W.S. A.; POTASH, J. B.; ROBERTS, L. & SHIFF, C.; In: KONING, H. W. (Ed.) **La Salud Ambiental y la gestion de los recursos de água duece em las Américas**. Washington (DC): Programa de Saúde Ambiental OPS/OMS. 1992. 76p.

EUROPEAN COMISSION - Comissão das Comunidades Européias (2006). **Comunicação ao Conselho e ao Parlamento Europeu: Estratégia Comunitária em Matéria de Desreguladores Endócrinos**. Relatório Final COM 706. Disponível em, <<http://ec.europa.eu/environment/water/waterdangersub/2006>>.

FARLAND, W.H.; GIBB, H.J. U.S. Perspective on balancing chemical and microbial risks of disinfection. In: CRAUN, G.F. **Safety of water disinfection: balancing chemical and microbial risks**. Washington (DC): ILSI Press, 1993. p.3-10.

FERNANDES, V.; SAMPAIO, C.A.C. Problemática ambiental ou problemática socioambiental? A natureza da relação sociedade/meio ambiente. In: CUNHA, L. H.; FERREIRA, A. D. D. **Revista Desenvolvimento e Meio ambiente**. Modos de Relação com a Natureza: Complexidades Socioambientais. Curitiba: Ed. UFPR, n. 18. /Dez. 2008.

FERREIRA, A.C. **Saneamento e Saúde: uma abordagem em comunidades locais no bairro Cajuru, Curitiba-Paraná**. Curitiba, 2006. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). UFPR.

FINKELMAN, J.; FRANCO NETO, G.; GALVÃO, L.A.C. Estreitando os Nós entre saúde e Meio Ambiente. In: MINAYO, M.C.S.; MIRANDA, A.C. (Orgs.). **Saúde e Ambiente sustentável: estreitando os nós**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002. 344 p.

FINKELMAN, J. **Abordagem dos Problemas Ambientais em Saúde Pública**. Seminário em Saúde Ambiental. Curitiba, set 2004.

FIRKOWSKI, O.L.C.F.; MOURA, R. Regiões Metropolitanas e Metrôpoles. Reflexões acerca das espacialidades e institucionalidades no sul do Brasil. RA'E GA: **O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, n.5, p.27-46, 2001.

FLORIANI, D. **Conhecimento, meio Ambiente e globalização**. Curitiba: Juruá/PNUMA, 2004. (Apostila).

FOX, N.J. Post-modern reflections on risk, hazards and life choice. In: LUPTON, D. (Ed.) **Risk and Social-Cultural Theory: New directions and Perspectives**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

FRANCO, T.; DRUCK, G. Padrões de industrialização, risco e meio ambiente. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v.3, n. 2, p. 61-71, 1998.

FREIRE, S.M. **Consequências ambientais dos loteamentos irregulares: casos especiais da região metropolitana de Curitiba**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental). Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2004.

FREITAS, C.M. A produção científica sobre o ambiente na saúde coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.21, n.3, p. 32-47, maio/jun. 2005.

FJP. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. CENTRO DE ESTUDOS HISTÓRICOS E CULTURAIS. **Saneamento básico em Belo Horizonte: trajetória em 100 anos – Os serviços de Água e Esgoto**. Belo Horizonte, 1997. 314 p.

GARCIA, R. Interdisciplinarity Y Sistemas Complejos. In: LEFF, E. (Org.) **Ciências Sociais y Formación Ambiental**. Barcelona: UNAM, 1994.

GHISELLI, G. **Avaliação da Qualidade das águas Destinadas ao Abastecimento Público na Região de Campinas: Ocorrência e Determinação dos Interferentes Endócrinos (IE) e Produtos Farmacêuticos e de Higiene Pessoal (PFHP)**. Tese Campinas, 2006 (Doutorado em Química Analítica). UNICAMP.

GHISELLI, G.; JARDIM, W.F. Interferentes endócrinos no ambiente. **Química Nova**, 2007 (no prelo).

GIDDENS, A. **Consequências da Modernidade**. São Paulo: UNESP, 1991.

GIDDENS, A.; LASH, S. **Modernização Reflexiva**. São Paulo: UNESP, 1997.

GOOGLE EARTH: <http://www.earth.google.com>, acesso em fev.2008.

GUIMARÃES, J.R.P. de F. **Disruptores endócrinos no meio ambiente: um problema de saúde pública e ocupacional**. 2004. Disponível em <www.acpo.org.br>. Acesso em: 04 abr. 2007.

GUNDERSEN, P.; STEINNES, E. Influence of pH and TOC concentration on Cu, Zn, Cd, and Al speciation in rivers. **Water Res.**, v. 37, p. 307-318, 2003.

HELLER, L. **Associação entre cenários de saneamento e diarreia em Betim, MG: o emprego do delineamento epidemiológico caso-controlr na definição de prioridades de intervenção**. Belo Horizonte, 1995, 294p. (Tese de Doutorado). UFMG/Escola de Veterinária.

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p.12, 1998.

HELLER, L.; COSTA, A. BARROS, R. T. Saneamento e o município. In: BARROS, R.T.V.; CHERNICHARO, C.A.L.; HELLER, L.; SPERLING, M.V. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221p. (Manual de Saneamento e proteção ambiental para os municípios, v.2).

HELLER, L.; MÖLLER, L.M. Saneamento e Saúde Pública In: BARROS, R.T.V.; CHERNICHARO, C.A.L.; HELLER, L.; SPERLING, M.V. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221p. (Manual de Saneamento e proteção ambiental para os municípios, v.2).

HILHORST, D. Complexity and diversity: unloking social domains of disaster response. In: BANKOFF, G.; FRERKS, G.; HILHORST, D. **Mapping vulnerability: disasters, development & people**. London: Earthscan, 2004. p. 52-66.

HIPÓCRATES. Ares, águas y lugares, p. 18-19. In: BUCK, C.; LLOPIS, A.; NAJERA, E.; TERRIS, M. (Orgs.). **El desafio de la epidemiologia: problemas y lecturas seleccionadas**. Washington (DC): OPAS, 1998.

HORA, K.E.R. **Entendendo a relação homem-natureza e a crise de paradigma na leitura ambiental.** 2004. Apostila.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico: resultado do universo.** Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de saneamento básico.** 2002. Disponível em :http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acero_1.asp. Acesso em : maio 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Anuário Estatístico 1985.**

IBGE. **Dados Censitários de Ferraria – Campo Largo, 2000 e 2007.**

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. **Relatório de monitoramento da qualidade das represas.** Curitiba, 2006.

IPARDES. **Indicadores e mapas temáticos para o planejamento urbano e regional. Paraná, 2002.**1 CD-ROM.

IPCS. International Program for Chemical Safety, **Report of Second IPCS.** Steering Group Meeting on Endocrine Disruptors. Washington (DC), 1998.

IPCS/OECD. International Program for Chemical Safety/Organization for Economic Co-Operation and Development. **Report of IPCS/OECD Scoping Meeting on Endocrine Disruptors.** Washington (DC),1998.

IPPUC. INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Qualidade de vida 2003.** Curitiba, 2003.

IPPUC. INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Qualidade em dados 2004.** Curitiba, 2004.

JACOBI, P. **Cidade e meio ambiente: percepções e práticas em São Paulo.** São Paulo: Annablume, p. 9-23, 2000.

JACOBI, P. Impactos socioambientais urbanos: do risco a busca de sustentabilidade. In: MENDONÇA, F. (Org.) **Impactos Socioambientais Urbanos.** Curitiba: ED.UFPR,2004 169-207.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades.** São Paulo: Martins Fontes, 2001.

JETOC. Japan Chemical Industry Ecology-Toxicology and Information Center. **A Study on Hormone-Like (Hormone-Mimic) Effects of Exogenous Substances.** Tokyo: Japan Chemical Industry Association. June, 1997.

JOHNSON, A.C.; BELFROLD, A.; DI CORCIA, A.; SCI. **Total environ,** 2000, 256, 163(LINKS)

KATJA, P.F. O Homem Natural: Prolegômenos A Uma História do Aético. **Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas**, v. 66,2005.

KAVLOCK, R.J. Overview of Endocrine Disruptor Research Activity in the United States. **Chemosphere**, v. 39. n. 8, p. 1227-1236, 1999.

KAVLOCK, R.J.; DASTON, G.P.; DEROSA, C.; FENNER-CRISP, P.; GRAY, L.E.; KAATTARI, S.; LUCIER, G.; LUSTER, M.; MAC, M.J.; MACZKA, C.; MILLER, R.; MOORE, J.; ROLLAND, R.; SCOTT, G.; SHEEHAN, M.; SINKS, T.; TILSON, H.A. Research needs for the risk assessment of health and environmental effects of endocrine disruptors: A report of the U.S. EPA-sponsored workshop. **Environmental Health Perspectives**, v. 104. n. 4, p. 715-740, 1996.

KELCE, W.R.; MONOSSON, E.; GAMCSIK, M.P.; LAWS, S.C.; GRAY JUNIOR, L.E. Environmental hormone disruptors: Evidence that vinclozolin developmental toxicity is mediated by antiandrogenic metabolites. **Toxicology and Applied Pharmacology**, n. 126, p. 276-285, 1994.

KYLEFORS, K.; ECKE, H.; LAGERKVIST, A. Accuracy of COD test for landfill leachates. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 146, p. 153-169, 2003.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1990.

LAST, J.M. (Ed.) **A Dictionary of Epidemiology**. Nova York: Oxford University Pres, 1989.

LAVELL, A. Degradación ambiental, riego y desastre. In: FERNANDEZ, M.A. (Ed.) **Ciudades em riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres**. Lima: La Red, 1996.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

LEVY, C. Outro alerta sobre a água que bebemos. **Jornal da Universidade de Campinas**. 4 a 10 de dezembro de 2006.

LIEBER, R.R.; LIEBER, S.R. Debate. In: MINAYO, M.C.S.; MIRANDA, A.C. (Orgs.). **Saúde e Ambiente Sustentável: estreitando os nós**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002.

LIJKLEMA, L. Water quality standards: Sense and nonsense. **Water Science & Technology**, v.31, p.321-327, 1995.

LIMA, C. de A. Considerações sobre ocupações irregulares e parcelamento urbano em áreas de mananciais da região metropolitana de Curitiba-PR. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n.3, p.97-114, jan./jun.2001.

LIMA, C. de A. A ocupação urbana em área de mananciais na RMC - Região Metropolitana de Curitiba: uma análise da evolução do parcelamento do solo nos municípios de Pinhais, Piraquara e São José dos Pinhais. In: MENDONÇA, F. (Org.) **Cidade, desenvolvimento e**

meio ambiente: a abordagem interdisciplinar de problemáticas socioambientais urbanas de Curitiba e Região Metropolitana. Curitiba: UFPR, 2004. p. 83.

LIMA, C. de A. **A ocupação de áreas de mananciais na RMC: do planejamento à gestão ambiental urbano-metropolitana.** Curitiba, 2000. Tese de Doutorado (Meio Ambiente e Desenvolvimento). UFPR.

LIMA, P.R. de. **Potencialidades, problemas e desafios do processo contemporâneo de urbanização, da cidade e do ambiente urbano.** Curitiba, 2007. (Mimeog.)

LINTELMANN, J.; KATAYAMA, A.; KURIHARA, N.; SHORE, L.; WENZEL, A. Endocrine Disruptors in the Environment – IUPAC Technical Report. **Pure Appl. Chem.**, v. 75, n. 5, p. 631-681, 2003.

LOWRY, D. A GIS-based sensitivity analysis of community vulnerability to hazardous contaminants on the Mexico/U.S. Border. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 61, n. 11, p. 9 - 13, 1995.

LUPTON, D. **Risk.** New York: Routledge, 1999.

LUZ, M.T. Cultura Contemporânea e Medicinas Alternativas: novos paradigmas em saúde no fim do século XX. **Physis: Revista Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p.13-43, 1997.

MAGNANI, J.G.K. **Candomblé.** Ática: São Paulo, 1986.

MAKELA, S.; DAVIS, V.L.; TALLY, W.C.; KORKMAN, J.; SALO, L.; VIHKO, R.; SANTTI, R.; KORACH, K.S. Dietary estrogens act through estrogen receptor-mediated processes and show no antiestrogenicity in cultured breast cancer cells. **Environmental Health Perspectives**, v. 102, p. 572-578, 1994.

MARANDOLA J.R. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Revista Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 1-15, 2004.

MARICATO, M.E. **Metrópole da periferia do capitalismo.** HUCITEC. São Paulo, 1996.

MARICATO, M.E. **Dimensões da tragédia urbana.** Disponível em: <www.comciencia.br>, 2002. Acesso em 30 jul. 2006.

MARICATO, E.; TANAKA, G. O Planejamento urbano e a questão fundiária. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 227, p.13-26, 2007.

MASCARENHAS, J.T.C. A medicina do meio ambiente. **O mundo da saúde**, São Paulo, v. 21, n.5, p.295-296, 1997.

McLACHLAN, J.A.; KORACH, K.S. Symposium on estrogens in the environment, III. **Environmental Health Perspectives**, v. 103, n. 7, p. 3-4, 1995.

MELLO-DA-SILVA, C.A.; FRUCHTENGARTEN, L. Environmental chemical hazards and child health. **J. Pediatr.**, v. 81, p. 205-211, 2005.

MENDES, E.V. **Uma agenda para a Saúde**. São Paulo: HUCITEC, 1996. 245p.

MENDONÇA, F.A. **O Clima e o Planejamento Urbano de cidades de porte médio e pequeno-proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina-PR**. São Paulo, 1994, 300p. (Tese de Doutorado em Geografia) USP.

MENDONÇA, F. A. Cidade e desenvolvimento urbano. **Desenvolvimento e meio ambiente**, Curitiba, n.3, p.80, 2001.

MENDONÇA, F. A. Riscos, vulnerabilidade e abordagens socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 10, p. 140 -141, 2004.

MENEZES, C.L. **Desenvolvimento e meio ambiente**. A experiência de Curitiba. Campinas: Papirus, 1996.

METCALF; EDDY INCORPORATION, 1991. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse**. New York: McGraw-Hill, 1991.

MEYBECK, M.; HELMER, R. An introduction to water quality. IN: CHAPMAN, D. (Ed.). **Water quality assessment: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Cambridge: UNESCO/WHO/UNEP, 1992. 584p.

MINAYO, M.C.S.; MIRANDA, A.C. (Orgs.) **Saúde e Ambiente sustentável: estreitando os nós**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002, 344 p.

MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento**. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 1998.

MITCHELL, J.K. Human dimensions of environmental hazards. Complexity, disparity and the search of guidance. In: KIRBY, a. (Ed.) **Nothing to fear**. Risk and hazards in American Society. Tucson: University of Arizona Press, 1991.

MONTE-MÓR, R.L. de M. **O que é o urbano, no mundo contemporâneo**. Belo Horizonte: UFMG/ Cedeplar, 2006.

MORAES, L.R.S. A relação entre o saneamento ambiental e a saúde das crianças. **Revista da Saúde**, Brasília, v 4, n. 4, p.21-22, 2003.

MOTTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

MOURA, U. **Metrópole – Grande Curitiba: teoria e prática**. Curitiba: IPARDES, 1994.

MUNHOZ, D.E. Trabalho Interdisciplinar: realidade e utopia. **Revista serviço social & sociedade**, São Paulo, n.51, p.167-72, ago. 1996.

MUÑOZ, M.A.D. Resíduos, población y riesgo. Perspectivas desde las ciencias sociales para el estudio de un problema ambiental. **Série Geográfica**, Madrid, n. 5, p. 8 - 22, 1995.

MUÑOZ, M.A.D. El análisis de la vulnerabilidad en la cartografía de riesgos tecnológicos. Algunas cuestiones conceptuales y metodológicas. **Série Geográfica**, Madrid, n. 10, p. 19-33), 2002.

MUÑOZ, M.A.D. **Risco e Vulnerabilidade**. Curso proferido no Programa de Mestrado/Doutorado em Geografia da UFPR. Curitiba, ago. 2006.

NASCIMENTO, L.V.; von SPERLING, M. Os padrões brasileiros de qualidade das águas e os critérios para proteção da vida aquática, saúde humana e animal. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 26, Lima, 1998. Lima: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. **Anais**, p. 1-11.

OLIVER-SMITH, A. Theorizing vulnerability in a globalized world: a political ecological perspective. In: BANKOFF, G.; FRERKS, G.; HILHORST, D. **Mapping vulnerability: disasters, development & people**. London: Earthscan, 2004. p. 10-29.

OPAS. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Protección Ambiental**. XXIII. Conferencia Sanitaria Panamericana. XLII Reunión del Comitê Regional (CPS23/16). Washington (DC), 1990. (mimeo).

ORIENTA, J. **Plano de uso e ocupação da água e entorno dos reservatórios dos Rios Irai, Passaúna e Piraquara I na Região Metropolitana de Curitiba**. Consultoria prestada para a Prefeitura Municipal de Araucária, 2004. Meio digital (Inédito).

PALÁCIOS, M. Considerações sobre a epidemiologia no campo de práticas de saúde ambiental. **Revista Epidemiologia e Serviços de saúde**, Rio de Janeiro, v.13, n.2, p. 103-113, abr./jun. 2004.

PARANÁ. **APA Estadual do Passaúna: zoneamento ecológico-econômico**. Convênio "Programa de Impactos Ambientais de Barragens". COMEC/GTZ/IAP, Curitiba, 1995.

PASCHOALATO, C.F.P.R. **Efeito da pré-oxidação, coagulação, filtração e pós-cloração na formação de subprodutos orgânicos halogenados em água contendo substâncias húmicas**. São Carlos, 2005, 148 p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

PELAEZ, V.; DALARMI, O.; GOEBEL, R.; CARDOSO, M.; BAGGIO, W. Impacto econômico da não preservação de mananciais na Região Metropolitana de Curitiba. In: ANDREOLI, C.V. (Ed.). **Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão**. Estudo de Caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: SANEAPR/FINEP, 2003.

PEREIRA, J. A natureza (dos) nos fatos urbanos: produção do espaço e degradação ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n.3, p.2-19. 2001.

PERRY, J.; VANDERKLEIN, E. **Water quality: management of a natural resource**. USA: Blackwell Science, 1996. 639 p.

PHILIPI JR., A., **Saneamento, Saúde e Ambiente**. Barueri: Manole, 2005.

PORTO, M.F.S. Saúde. Ambiente e desenvolvimento: reflexões sobre a experiência da COPASAD – Conferência Pan-Americana de Saúde e Ambiente no Contexto do Desenvolvimento Sustentável. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 33-46, 1998.

PORTO, M.F.S. **Uma Ecologia Política dos Riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2007.

PORTO, M.F.S. Entre a Prevenção e a Prevação – riscos complexos e incertos e as bases de uma nova ciência da sustentabilidade. In: MIRANDA, A. C. (Org.) **Território, Ambiente e Saúde**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2008, p.143-158.

PROIETTI, F.A.; CAIAFFA; W.T. Fórum: o que é saúde urbana? **Cadernos de Saúde pública**, v.2, n.3, p. 5-15, 2005.

PURDOM, C.E.; HARDIMAN, P.A.; BYE, V.J.; ENO, N.C.; TYLER, C.R.; SUMPTER, J.P. Estrogenic effects of effluents from sewage treatments works. **Chemistry and Ecology**, v. 8, p. 275-285, 1994.

QUEIROZ, E. K.; WAISSMANN, W. Exposição ocupacional e os efeitos sobre o sistema reprodutor masculino. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.22, n.3, p.45-57, mar.2006.

RAPHAEL, J.W. **Reguladores toxicológicos farmacológicos**, v. 36, n.6 p.118-136, 2002. Disponível em: <<http://www.ec.gc.ca>>. Acesso em: dez. 2006.

REIS FILHO, R.W.; ARAÚJO, J.C. de; VIEIRA, E.M. Hormônios sexuais estrógenos: contaminantes bioativos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p.41-59. Jul./Ago. 2006.

ROCHA, A.D., OKABE, I.; MARTINS, M.E.; MACHADO, P.H.; MELLO, T.C. Qualidade de vida, ponto de partida ou resultado final? **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.5, n. 1, p.35-51, 2000.

ROLLAND, R.; GILBERTSON, M.; COLBORN, T. Environmentally induced alterations in development: A focus on wildlife. **Environmental Health Perspectives**, v. 103, n. 4, p. 1-106, 1995.

ROSA, A. M. A. DISTRIBUIÇÃO DA MORTALIDADE POR MALFORMAÇÕES CONGÊNITAS EM ESTADOS DA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - 24º, 2007, Belo Horizonte. **Anais ...**

ROSEN, G. **Uma história da saúde pública**. São Paulo: HUCITEC, 1994. 400p.

- ROSSI, P. **Naufrágio sem Espectador: A Ideia de Progresso**. São Paulo: Ed UNESP, 1995.
- ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia e saúde**. 4.ed. Rio de Janeiro: 1994. 527p.
- SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. **Dados sobre rede de distribuição de água e rede coletora de esgotos das APA's dos rios Passauna e Iraí**. Curitiba, 2004.
- SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná.; CONSILIU – Projetos e Consultoria Ltda. 2002. **Planos de uso e ocupação das águas e do entorno dos reservatórios dos rios Iraí, Piraquara I e Passaúna na Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba, Paraná. SANEPAR, 123p.Curitiba.
- SANTAMARTA, J. A ameaça dos disruptores endócrinos. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.2, n. 3, p.19-29. 2001.
- SANTOS, E. P. C. C.; AQUINO, S. F.; BIANCHETTI, F. J. ; MOREIRA, D. S. ;PADUA, V. L. Impacto dos Perturbadores Endócrinos sobre o Meio Ambiente.In: 24º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Belo Horizonte, 2005. **Anais...**
- SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira**. 3.ed. São Paulo: HUCITEC, 1996.
- SANTOS, M. **Território, globalização e fragmentação**. São Paulo: HUCITEC, 1998a.
- SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo; globalização e meio técnico-científico informacional**. 4 ed. São Paulo: ITAUTEC, 1998b. p.70.
- SANTOS, M.; SILVEIRA, M.L. **O Brasil – território e sociedade no início do século XXI**. São Paulo: Record, 2001.
- SAUNITI, R.M.; FERNANDES, L.A.; BITTENCOURT, A.V.L. Estudo do assoreamento do reservatório da Barragem do Rio Passaúna – Curitiba – Pr. **Boletim Paranaense de Geociências**, n.54, p.25-35. 2004.
- SAUNITI, R.M. **Estudos sobre a erosão na bacia e assoreamento do reservatório do rio Passaúna, Curitiba (PR)**. Curitiba, 2003. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental). Departamento de Geologia, UFPR.
- SCARLATO, F. C. População e urbanização brasileira. In: ROSS, J. L. S. (Org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo – USP, 1995.
- SCHEFFER, E.W.O. **Dinâmica e comportamento do cobre em ambientes aquáticos urbanos: influência de fatores geoquímicos e de sulfetos solúveis**. Curitiba, 2006. Tese (Doutorado) UFPR.
- SCHENINI, P.C.; CAMPOS, E.T.; NASCIMENTO, D.T. Planejamento Urbano e Meio Ambiente à luz do Estatuto da Cidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. Florianópolis, 2002.Anais...

SETTI, A.A. **A necessidade de uso sustentável dos recursos hídricos**. MMA/IBAMA: Brasília, 1994. 344p.

SHARPE, R.M.; SKAKKEBAEK, N.E. Are oestrogens involved in falling sperm counts and disorders of the male reproductive tract? **Lancet**, v. 341, p. 1392-1395, 1993.

SILVA, A.J.F. da; BEATRIZ, S. **Relação de *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seen. & Subb. (Cyanobacteria) com fatores ambientais no manancial Alagados, Ponta Grossa, PR**. Ponta Grossa, 2004. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – UEPG/NUCLEAM.

SILVA, E.L. da. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2001.

SKOLBEKKEN, J.A. The risk epidemic in medical journals. **Social Science and Medicine**, v.40, n. 2, p. 291-305, 1995.

SNOW, J. **Sobre a maneira de transmissão do cólera**. 2.ed São Paulo: Hucitec-Abrasco, 1990.

SOARES, S.R.A.; BERNARDES, R.S.; NETTO, O. de M.C. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.18, n.6, p.45-57, dez.2005.

SODRÉ, F.F.; MONTAGNER, C.C.; LOCATELLI, M.A.; JARDIM, W.F. Ocorrência de Interferentes Endócrinos e Produtos Farmacêuticos em Águas Superficiais da Região de Campinas (SP, Brasil). **J. Braz. Soc. Ecotoxicologia**, v.2, n. 2, p. 187-196, 2007.

SODRÉ, F.F. **Especiação do Cobre em “águas Naturais: Influência da Fatores Associados à Urbanização**. Curitiba, 2005. Tese (Doutorado). UFPR.

SODRÉ, F.F.; GRASSI, M.T. A synchronous fluorescence quenching approach to identifying seasonal and anthropogenic effects on copper complexation by dissolved organic matter. **J. Braz.Chem. Soc.** 2007. (no prelo)

SOLOMON, G.M.; SCHETTLER, S.; **Can. Med. Assoc. J.**, 2000, 163, 1471 (Links)

SOUZA, C.M.N.; FREITAS, C.M. Discurso de profissionais sobre os serviços de saneamento: uma análise na ótica da Promoção da Saúde e da prevenção de doenças. In: 24º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Belo Horizonte, 2007. **Anais...**

SOUZA, R. L. DE. Análise ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Passaúna em Curitiba – Pr. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA. 12, Natal, 2007. **Anais ...**

STUM, W. Chemistry of the solid water interface – processes at the mineral-water and particlewater-interface in natural systems. In: STUM, W.; MORGAN, J.J. **Aquatic**

chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1992.

SUMPTER, J.P.; JOHNSON, A.C. Lessons learned from endocrine disruption and their applications to other issues concerning trace organics in the aquatic environment. **Environ. Sci. Technol.**, v. 39, p. 4321-4332, 2005.

SUDERHSA. Recursos Hídricos-Pr. <http://www.pr.gov.br>. Acesso em: nov. 2006.

SUREHMA. **Relatório da Qualidade das Águas de Rios do Altíssimo Iguaçu com destaque para a Região Metropolitana de Curitiba.** Curitiba, 1992. p. 1-60.

TCHOBANOGLIOUS, G.; BURTON, F.L. **Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse.** New York: McGraw Hill, 1991.

THOMAS, R.; MEYBECK, M.; BEIN, A. Lakes and reservoirs. IN: CHAPMAN, D. (Ed). **Water quality assessment: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring.** Cambridge: UNESCO/WHO/UNEP, 1992. 584p.

TOMINAGA, M.; MIDIO, A.F. Exposição humana à trihalometanos em água tratada. **Revista de Saúde Pública**, v. 33, n.4, 1999.

TONELLA, C. A procura do lugar. A luta pelo espaço urbano no Paraná. **Geonotas**, Maringá, v.1, n.1, p.19-21. 1997.

TOPPARI, J.; HAAVISTO, M.; ALAMEN, M. Changes in male reproductive health and effects of endocrine disruptors in Scandinavian countries. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.18, n.2, p.413-419. mar/abr. 2002.

TOURAINÉ, A. **Igualdade e diversidade: o sujeito democrático.** São Paulo: EDUSP, 1998.

TRUSSEL, R.R. 2001. Disponível em <www.tulane.edu/~glenboyd/publication-overview.htm>. Acesso em mar. 2008.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I. CORDEITO, O.M. **Gestão da água no Brasil.** Brasília: UNESCO, 2001.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Uso e conservação.** 2. ed. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências, Instituto de Estudos Avançados/ USP, 2002.

UBA. Umweltbundesamt. **Endocrinically Active Chemicals in the Environment.** Berlin, 1995.

UEXKULL, T.V. Anthropology and the theory of medicine. **Theoretical Medicine**, v. 16, n.1, p. 93-114, 1995.

VERBANCK, M.; VANDERBORGHT, J.P.; WOLLAST, R. Major ion content of urban wastewater: An assessment of per capita loading. **Res. J. Water Pollut Control Fed.**, v. 61, p. 1722-1728, 1994.

VIEIRA, D.B.; SHIBATTA, O.A. **Biota Neotrop.** n. 7, p.1, 2007.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Studio Nobel / FAPESP; Lincoln Institute, 2001.

VOGEL, F. The mean oxidation number of carbon (MOC) - useful concept for describing oxidation processes. **Water Research**, v. 34, p. 2689-2702, 2000.

VON SPERLING, M.; CHERNICHARO, C.A.L. A comparison between wastewater treatment processes in terms of compliance with effluent quality standards. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, Porto Alegre: 2000, **Anais ...** p. 1-12. Porto Alegre: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3.ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2005.

WANG, Y.; HU, W.; CAO, Z.; FU, X.; ZHU, T. Occurrence of endocrine-disrupting compounds in reclaimed water from Tianjin, China. **Analytical Bioanalytical Chemistry**, v. 383, p. 857- 863, 2005.

WENZEL, A.; MULLER J.; TERNES T. **Study on Endocrine Disrupters in Drinking Water.** Final Report. Schmallingenberg and Wiesbaden: ENV.D.1/ETU/2000/0083, 2003.

WETZEL, R.G. **Limnologia.** Barcelona: Omega, 1981. 679 p.

WIECHETECK, G.K. **Remoção de Substâncias Húmicas em Tratamento de Água por meio de Pré-oxidação e Dupla Filtração.** São Carlos, 2005. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

WILCHES-CHAUX, G. **Desastres, ecologismo y formación profesional.** Popayán: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), 1989.

WILHEIM, J. **Metropolización y Medio Ambiente.** Sunkel, 1961.

WILHEIM, J. Depoimento. In: **Memória da Curitiba Urbana.** Curitiba: IPPUC, 1990. p. 32.

WILSON, W.J. **Pensar com conceitos.** São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World health report 2002: reducing risks, promoting life.** Geneva, 2002.

WHO. WORLD HEALTH ORGANISATION. **Guideline for drinking-water quality.** Volume 1. Recommendations. 2.ed. WHO, Geneva, 1993. 188p.

WOLFF, M.S.; TONIOLO, P.G.; LEE, E.W.; RIVERA, M.; DUBIN, N. Blood levels of organochlorine residues and risk of breast cancer. **Journal of the National Cancer Institute**, v. 85, p. 648-652, 1993.

WORLD BANK. **Environment matters at the World Bank.** n, 1998. Annual Review. Washington.

XAVIER, C.F. **Avaliação da influência do uso e ocupação do solo e de características geomorfológicas sobre a qualidade das águas de dois reservatórios da região metropolitana de Curitiba, Paraná.** Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). UFPR.

ZANELLA, M.E. **Inundações Urbanas em Curitiba/Pr: Impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no Bairro Cajuru.** Curitiba, 2006. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento - UFPR).



ANEXOS





ANEXO I
RESOLUÇÕES CONAMA E PORTARIA
DO MINISTÉRIO DA SAÚDE

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e Considerando a vigência da Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;

Considerando o art. 9º, inciso I, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria;

Considerando que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza;

Considerando que a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004;

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

Considerando que o enquadramento dos corpos de 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 pela deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos;

Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento; e

Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água; resolve:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

- II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;
- III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;
- IV - ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;
- V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;
- VI - aqüicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;
- VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;
- VIII - cianobactérias: microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;
- IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;
- X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;
- XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidasenegativas, caracterizadas pela atividade da enzima -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44 - 45C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;
- XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;
- XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;
- XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;
- XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;
- XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;
- XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;
- XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;
- XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;
- XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;
- XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;
- XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;
- XXIII - escherichia coli (E.Coli): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima - glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;
- XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XXVIII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou desporto;

XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

XXXIII - tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

XXXIV - tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;

XXXV - tributário (ou curso de água afluyente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVI - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

XXXVII - virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e

XXXVIII - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

CAPÍTULO II

DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Seção I

Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

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

e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e

e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à pesca amadora;

d) à recreação de contato secundário; e

e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

Seção II

Das Águas Salinas

Art. 5º As águas salinas são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

b) à proteção das comunidades aquáticas; e

c) à aqüicultura e à atividade de pesca.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) à pesca amadora; e

b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

Seção II

Das Águas Salobras

Art. 6º As águas salobras são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à aqüicultura e à atividade de pesca;

d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e

e) 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 irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e
- b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

CAPÍTULO III DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção I

Das Disposições Gerais

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

§ 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

§ 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 3º A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas.

§ 4º As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

§ 5º Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as suas expensas.

§ 6º Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

Art. 9º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

§ 1º Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução.

§ 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD)

previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

§ 2º Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

§ 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

§ 4º O disposto nos §§ 2º e 3º não se aplica às baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos de água em que não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Art. 11. O Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

Art. 12. O Poder Público poderá estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência.

Art. 13. Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

Seção II

Das Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;

j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e

m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA I - CLASSE 1 - AGUAS DOCES

PADROES	
PARAMETROS	VALOR MAXIMO
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARAMETROS INORGANICOS	VALOR MAXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente léntico)	0,020 mg/L P

Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lético)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lético e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5
	2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L

Lindano (γ -HCH)	0,02 $\mu\text{g/L}$
Malation	0,1 $\mu\text{g/L}$
Metolacloro	10 $\mu\text{g/L}$
Metoxicloro	0,03 $\mu\text{g/L}$
Paration	0,04 $\mu\text{g/L}$
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 $\mu\text{g/L}$
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 $\mu\text{g/L}$
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 $\mu\text{g/L}$
Toxafeno	0,01 $\mu\text{g/L}$
2,4,5-TP	10,0 $\mu\text{g/L}$
Tributilestanho	0,063 $\mu\text{g/L TBT}$
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 $\mu\text{g/L}$
Xileno	300 $\mu\text{g/L}$

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 $\mu\text{g/L As}$
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzidina	0,0002 $\mu\text{g/L}$
Benzo(a)antraceno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Benzo(a)pireno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Benzo(b)fluoranteno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Benzo(k)fluoranteno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Criseno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 $\mu\text{g/L}$
3,3-Diclorobenzidina	0,028 $\mu\text{g/L}$
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 $\mu\text{g/L}$
Hexaclorobenzeno	0,00029 $\mu\text{g/L}$
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 $\mu\text{g/L}$
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 $\mu\text{g/L}$
Pentaclorofenol	3,0 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeto de carbono	1,6 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeteno	3,3 $\mu\text{g/L}$
Toxafeno	0,00028 $\mu\text{g/L}$
2,4,6-triclorofenol	2,4 $\mu\text{g/L}$

Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L ;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;

VII - clorofila a: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e,

IX - fósforo total:

a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm³/L;

i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂;

j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;

l) turbidez até 100 UNT;

m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,

n) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA III - CLASSE 3 - AGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MAXIMO
Clorofila <i>a</i>	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm ² /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MAXIMO
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L Al
Arsênio total	0,033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0,1 mg/L Be
Boro total	0,75 mg/L B
Cádmio total	0,01 mg/L Cd
Chumbo total	0,033 mg/L Pb
Cianeto livre	0,022 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cobalto total	0,2 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,013 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0,05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,075 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,5 mg/L Mn
Mercurio total	0,002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,05 mg/L Ag
Selênio total	0,05 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (como H ₂ S não dissociado)	0,3 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MAXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo(a)pireno	0,7 µg/L
Carbaril	70,0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,3 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	1,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,22 µg/L
Endrin	0,2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	280 µg/L

Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (γ-HCH)	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,003 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

Art. 17. As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - odor e aspecto: não objetáveis;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;

VI - OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; e,

VII - pH: 6,0 a 9,0.

Seção III

Das Águas Salinas

Art. 18. As águas salinas de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;

- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂; e
 j) pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA IV - CLASSE 1 - AGUAS SALINAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo Total	0,062 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,031 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio total	0,1 mg/L Tl
Urânio Total	0,5 mg/L U
Zinco total	0,09 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	60 µg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L

Monoclorobenzeno	25 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80 µg/L
Tricloroeteno	30,0 µg/L

III - Nas águas salinas onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA V - CLASSE 1 - AGUAS SALINAS	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
1,2-Dicloroetano	37 µg/L
1,1-Dicloroetano	3 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

Art 19. Aplicam-se às águas salinas de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

c) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C; e

d) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5,0 mg/L O₂.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA VI - CLASSE 2 - AGUAS SALINAS	
PADROES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,21 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Fósforo total	0,093 mg/L P
Mercurio total	1,8 µg/L Hg
Níquel	74 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,0465 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p' DDT + p-p' DDE + p-p' DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,16 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 20. As águas salinas de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

III - substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

IV - corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

V - resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

VI - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

VII - carbono orgânico total: até 10 mg/L, como C;

VIII - OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/ L O₂; e

IX - pH: 6,5 a 8,5 não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades.

Seção IV

Das Águas Salobras

Art. 21. As águas salobras de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

- b) carbono orgânico total: até 3 mg/L, como C;
- c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/ L O₂;
- d) pH: 6,5 a 8,5;
- e) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- f) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- g) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- h) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; e
- i) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para a 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, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100mL.

Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA VII - CLASSE 1 - AGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,062 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (como H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L

Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	10,0 µg/L
DDT (p,p'DDT+ p,p'DDE + p,p'DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,01 µg/L
Etilbenzeno	25,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Paration	0,04 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	0,2 LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,010 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80,0 µg/L

III - Nas águas salobras onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA VIII - CLASSE 1 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES PARA CORPOS DE AGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
1,1-Dicloroetano	3,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	37,0 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Tricloroetano	30 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

Art. 22. Aplicam-se às águas salobras de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

- a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C;
- c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂; e
- d) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA IX - CLASSE 2 - AGUAS SALOBRAS	
PADROES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,210 mg/L Pb
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19,0 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Fósforo total	0,186 mg/L P
Mercurio total	1,8 µg/L Hg
Níquel total	74,0 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,093 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p' DDT + p-p' DDE + p-p' DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido+ Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,160 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 23. As águas salobras de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - pH: 5 a 9;

II - OD, em qualquer amostra, não inferior a 3 mg/L O₂;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

V - substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;

VI - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

VII - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes

termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; e

VIII - carbono orgânico total até 10,0 mg/L, como C.

CAPÍTULO IV DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento:

I - acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e

II - exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica.

Art. 25. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 34, desta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;

III - realização de Estudo de Impacto Ambiental-EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e

V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Art. 26. Os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.

§ 1º No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor.

§ 2º O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

§ 3º Sob pena de nulidade da licença expedida, o empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental as substâncias, entre aquelas previstas nesta Resolução para padrões de qualidade de água, que poderão estar contidas no seu efluente.

§ 4º O disposto no § 1º aplica-se também às substâncias não contempladas nesta Resolução, exceto se o empreendedor não tinha condições de saber de sua existência nos seus efluentes.

Art. 27. É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs mencionados na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004.

Parágrafo único. Nos processos onde possa ocorrer a formação de dioxinas e furanos deverá ser utilizada a melhor tecnologia disponível para a sua redução, até a completa eliminação.

Art. 28. Os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

§ 1º As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros.

§ 2º Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.

§ 3º Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

Art. 29. A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas.

Art. 30. No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento, do mar e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.

Art. 31. Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados, os limites constantes desta Resolução aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 32. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

§ 1º Nas demais classes de água, o lançamento de efluentes deverá, simultaneamente:

I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;

II - não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência; e

III - atender a outras exigências aplicáveis.

§ 2º No corpo de água em processo de recuperação, o lançamento de efluentes observará as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final.

Art. 33. Na zona de mistura de efluentes, o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água.

Parágrafo único. A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, nos termos determinados pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

Art. 34. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

§ 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.

§ 3º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos nesta Resolução não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos, não se aplicam os parágrafos anteriores.

§ 4º Condições de lançamento de efluentes:

I - pH entre 5 a 9;

II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;

III - materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V - óleos e graxas:

1 - óleos minerais: até 20mg/L;

2- óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L; e

VI - ausência de materiais flutuantes.

§ 5º Padrões de lançamento de efluentes:

TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
PADROES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

Art. 35. Sem prejuízo do disposto no inciso I, do § 1º do art. 24, desta Resolução, o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras conseqüências:

I - acarretar efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos; ou

II - inviabilizar o abastecimento das populações.

Art. 36. Além dos requisitos previstos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos, só poderão ser lançados após tratamento especial.

Art. 37. Para o lançamento de efluentes tratados no leito seco de corpos de água intermitentes, o órgão ambiental competente definirá, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos, condições especiais.

CAPÍTULO V

DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O ENQUADRAMENTO

Art. 38. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

§ 1º O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

§ 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas

obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

§ 3º As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

§ 4º As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

§ 5º Em corpos de água intermitentes ou com regime de vazão que apresente diferença sazonal significativa, as metas progressivas obrigatórias poderão variar ao longo do ano.

§ 6º Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, as condições de consumo.

CAPÍTULO VI

DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 39. Cabe aos órgãos ambientais competentes, quando necessário, definir os valores dos poluentes considerados virtualmente ausentes.

Art. 40. No caso de abastecimento para consumo humano, sem prejuízo do disposto nesta Resolução, deverão ser observadas, as normas específicas sobre qualidade da água e padrões de potabilidade.

Art. 41. Os métodos de coleta e de análises de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Art. 43. Os empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Resolução, tiverem Licença de Instalação ou de Operação, expedida e não impugnada, poderão a critério do órgão ambiental competente, ter prazo de até três anos, contados a partir de sua vigência, para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos nesta Resolução.

§ 1º O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto no caput deste artigo.

§ 2º O prazo previsto no caput deste artigo poderá, excepcional e tecnicamente motivado, ser prorrogado por até dois anos, por meio de Termo de Ajustamento de Conduta, ao qual se dará publicidade, enviando-se cópia ao Ministério Público.

§ 3º As instalações de tratamento existentes deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

§ 4º O descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo será objeto de resolução específica, a ser publicada no prazo máximo de um ano, a contar da data de publicação desta Resolução, ressalvado o padrão de lançamento de óleos e graxas a ser o definido nos termos do art. 34, desta Resolução, até a edição de resolução específica.

Art. 44. O CONAMA, no prazo máximo de um ano, complementarará, onde couber, condições e padrões de lançamento de efluentes previstos nesta Resolução.

Art. 45. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas pela legislação vigente.

§ 1º Os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, no âmbito de suas respectivas competências, fiscalizarão o cumprimento desta Resolução, bem como quando pertinente, a aplicação das penalidades administrativas previstas nas legislações específicas, sem prejuízo do sancionamento penal e da responsabilidade civil objetiva do poluidor.

§ 2º As exigências e deveres previstos nesta Resolução caracterizam obrigação de relevante interesse ambiental.

Art. 46. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.

§ 1º A declaração referida no caput deste artigo conterà, entre outros dados, a caracterização qualitativa e quantitativa de seus efluentes, baseada em amostragem representativa dos mesmos, o estado de manutenção dos equipamentos e dispositivos de controle da poluição.

§ 2º O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e formas para apresentação da declaração mencionada no caput deste artigo, inclusive, dispensando-a se for o caso para empreendimentos de menor potencial poluidor.

Art. 47. Equiparam-se a perito, os responsáveis técnicos que elaborem estudos e pareceres apresentados aos órgãos ambientais.

Art. 48. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e respectiva regulamentação.

Art. 49. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 50. Revoga-se a Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986.

MARINA SILVA
Presidente do CONAMA

Fonte: www.mma.gov.br/port/conama

Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000

O Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei no 6938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto na Resolução CONAMA no 20, de 18 de junho de 1986 e em seu Regimento Interno, e

considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade;

considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa dos níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar as condições de balneabilidade;

considerando a necessidade de serem criados instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos para a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário;

considerando que a Política Nacional do Meio Ambiente, a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) recomendam a adoção de sistemáticas de avaliação da qualidade ambiental das águas, resolve:

Art. 1o Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- a) águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,50º/00;
- b) águas salobras: águas com salinidade compreendida entre 0,50º/00 e 30º/00;
- c) águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30º/00;
- d) coliformes fecais (termotolerantes): bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica;
- e) *Escherichia coli*: bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas β -galactosidase e β -glicuronidase. Cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente;
- f) Enterococos: bactérias do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus* (previamente considerado estreptococos do grupo D), o qual se caracteriza pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, tais como: capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C. A maioria das espécies dos *Enterococcus* são de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais;
- g) floração: proliferação excessiva de microorganismos aquáticos, principalmente algas, com predominância de uma espécie, decorrente do aparecimento de condições ambientais favoráveis, podendo causar mudança na coloração da água e/ou formação de uma camada espessa na superfície;
- h) isóbata: linha que une pontos de igual profundidade;
- i) recreação de contato primário: quando existir o contato direto do usuário com os corpos de água como, por exemplo, as atividades de natação, esqui aquático e mergulho.

Art. 2o As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria.

§ 1o As águas consideradas próprias poderão ser subdivididas nas seguintes categorias:

- a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;
- b) Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;
- c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

§ 2o Quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas terão as suas condições avaliadas, de acordo com o critério mais restritivo.

§ 3o Os padrões referentes aos enterococos aplicam-se, somente, às águas marinhas.

§ 4o As águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

- a) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;
- b) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;
- c) incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias ;
- d) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
- e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;
- f) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;
- g) outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

§ 5o Nas praias ou balneários sistematicamente impróprios, recomenda-se a pesquisa de organismos patogênicos.

Art. 3o Os trechos das praias e dos balneários serão interditados se o órgão de controle ambiental, em quaisquer das suas instâncias (municipal, estadual ou federal), constatar que a má qualidade das águas de recreação de contato primário justifica a medida.

§ 1o Consideram-se ainda, como passíveis de interdição os trechos em que ocorram acidentes de médio e grande porte, tais como: derramamento de óleo e extravasamento de esgoto, a ocorrência de toxicidade ou formação de nata decorrente de floração de algas ou outros organismos e, no caso de águas doces, a presença de moluscos transmissores potenciais de esquistossomose e outras doenças de veiculação hídrica.

§ 2o A interdição e a sinalização, por qualquer um dos motivos mencionados no caput e no § 1o deste artigo, devem ser efetivadas, pelo órgão de controle ambiental competente.

Art. 4o Quando a deterioração da qualidade das praias ou balneários ficar caracterizada como decorrência da lavagem de vias públicas pelas águas da chuva, ou em consequência de outra causa qualquer, essa circunstância deverá ser mencionada no boletim de condição das praias e balneários, assim como qualquer outra que o órgão de controle ambiental julgar relevante.

Art. 5o A amostragem será feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários, a critério do órgão de controle ambiental competente.

Parágrafo único. A amostragem deverá ser efetuada em local que apresentar a isóbata de um metro e onde houver maior concentração de banhistas.

Art. 6o Os resultados dos exames poderão, também, abranger períodos menores que cinco semanas, desde que cada um desses períodos seja especificado e tenham sido colhidas e examinadas, pelo menos, cinco amostras durante o tempo mencionado, com intervalo mínimo de 24 horas entre as amostragens.

Art. 7o Os métodos de amostragem e análise das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial-INMETRO ou, na ausência destas, no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-APHA-AWWA-WPCF, última edição.

Art. 8o Recomenda-se aos órgãos ambientais a avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para futuras padronizações.

Art. 9o Aos órgãos de controle ambiental compete a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a divulgação das condições de balneabilidade das praias e dos balneários e a fiscalização para o cumprimento da legislação pertinente.

Art. 10. Na ausência ou omissão do órgão de controle ambiental, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA atuará, diretamente, em caráter supletivo.

Art. 11. Os órgãos de controle ambiental manterão o IBAMA informado sobre as condições de balneabilidade dos corpos de água.

Art. 12. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios articular-se-ão entre si e com a sociedade, para definir e implementar as ações decorrentes desta Resolução.

Art. 13. O não cumprimento do disposto nesta Resolução sujeitará os infratores às sanções previstas nas Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981; 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e no Decreto no 3.179, de 21 de setembro de 1999.

Art. 14. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 15. Ficam revogados os arts. nos 26 a 34, da Resolução do CONAMA no 20, de 18 de junho de 1986.

JOSÉ SARNEY FILHO
Presidente do CONAMA
JOSÉ CARLOS CARVALHO
Secretário-Executivo

MINISTÉRIO DA SAÚDE

Portaria MS n.º 518/2004



Brasília – DF
2005



MINISTÉRIO DA SAÚDE
Secretaria de Vigilância em Saúde
Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental

Portaria MS n.º 518/2004

Série E. Legislação de Saúde



Brasília – DF
2005

© 2005 Ministério da Saúde.

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

Série E. Legislação de Saúde

Tiragem: 1.^a edição – 2005 – 10.000 exemplares

Elaboração, distribuição e informações:

MINISTÉRIO DA SAÚDE

Secretaria de Vigilância em Saúde

Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental

Esplanada dos Ministérios, bloco G, Edifício Sede,

1.º andar, sala 134

CEP: 70058-900, Brasília – DF

E-mail: svs@saude.gov.br

Home page: www.saude.gov.br/svs

Impresso no Brasil / *Printed in Brazil*

Ficha Catalográfica

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental.

Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

28 p. – (Série E. Legislação em Saúde)

ISBN 85-334-0935-4

1. Legislação. 2. Qualidade da água. 3. Saúde pública. I. Título. II. Série.

NLM QZ 50

Catálogo na fonte – Editora MS – OS 2005/0358

Títulos para indexação:

Em inglês: Regulation MS N. 518/2004

Em espanhol: Regulación MS n.º 518/2004

EDITORA MS

Documentação e Informação

SIA, trecho 4, lotes 540/610

CEP: 71200-040, Brasília – DF

Tels.: (61) 3233 1774/2020 Fax: (61) 3233 9558

E-mail: editora.ms@saude.gov.br

Home page: <http://www.saude.gov.br/editora>

Equipe Editorial:

Normalização: Andréa Campos e Gabriela Leitão

Revisão: Lilian Assunção e Marjorie Leitão

Projeto gráfico e editoração: Carla Vianna Prates

APRESENTAÇÃO

O Ministério da Saúde, por meio da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), da Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM), do Centro Nacional de Epidemiologia (Cenepi), promoveu, ao longo do ano 2000, a atualização das normas de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, resultando na publicação da Portaria n.º 1469, do Ministério da Saúde, em 29 de dezembro de 2000.

Esse processo de atualização contou com a revisão da então portaria em vigor – Portaria n.º 36/GM-MS/90 – publicada em 19 de janeiro de 1990, que continha a recomendação para sua revisão, num prazo máximo de cinco anos da sua promulgação, o que poderia ser solicitado por qualquer dos componentes do setor Saúde.

Objetivando elaborar uma norma que fosse factível e que possibilitasse a sua aplicação em todas as regiões do País, a CGVAM/SVS buscou promover um processo de revisão bastante participativo, no qual todos os setores interessados tomaram parte, sendo, portanto, um documento normativo onde profissionais e representantes de diversas entidades do setor público, privado e ONGs puderam opinar e contribuir.

Contando com o apoio da Organização Pan-Americana da Saúde (Opas), foi elaborado um documento base que foi discutido em Seminário Internacional, o qual contou com a participação de profissionais do Brasil e do exterior, de várias entidades e instituições. Após a incorporação das sugestões, foram realizadas cinco oficinas macrorregionais, a saber: Região Norte (Belém/PA), Região Nordeste (Recife/PE), Região Centro-Oeste (Brasília/DF), Região Sudeste (São Paulo/SP) e Região Sul (Curitiba/PR).

Além disso, visando a ampliar a participação, a CGVAM/SVS coordenou um processo de consulta pública (Consulta Pública n.º 1, publicada no DOU, em 13 de outubro de 2000), que recebeu contribuições de profissionais, entidades e de instituições de todas as regiões do País. As propostas apresentadas no processo de consulta pública foram analisadas e sistematizadas, não só pela área técnica como também pelas áreas jurídicas e de modernização. Finalmente, a nova versão foi apresentada e discutida numa oficina de trabalho, onde representantes de entidades do poder público do setor Saúde, Saneamento e Meio Ambiente, além de ONGs, se reuniram para aprovar a portaria, em seguida publicada pelo Ministério da Saúde sob o número 1.469. Nessa portaria, foram dispostos os

procedimentos e as responsabilidades relativos ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, em razão da importância que a qualidade e a quantidade de água representam para melhoria da qualidade de vida e da manutenção da saúde humana.

Em junho de 2003, foi instituída a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS), que assumiu as atribuições do Cenepi, até então localizado na estrutura da Funasa. Em virtude desse novo ordenamento na estrutura do Ministério da Saúde, a Portaria MS n.º 1.469/2000 foi revogada, passando a vigorar a **Portaria MS n.º 518, de 25 de março de 2004**.

As alterações processadas foram, **apenas**, relacionadas à transferência de competências da Funasa para a SVS e à prorrogação no prazo, para que as instituições ou os órgãos aos quais a Portaria se aplica promovessem as adequações necessárias ao seu cumprimento em alguns quesitos.

A Portaria MS n.º 518/2004 estabelece, em seus capítulos e artigos, as responsabilidades por parte de quem produz a água, no caso, os sistemas de abastecimento de água e de soluções alternativas, a quem cabe o exercício de “controle de qualidade da água” e das autoridades sanitárias das diversas instâncias de governo, a quem cabe a missão de “vigilância da qualidade da água para consumo humano”. Também ressalta a responsabilidade dos órgãos de controle ambiental no que se refere ao monitoramento e ao controle das águas brutas de acordo com os mais diversos usos, incluindo o de fonte de abastecimento de água destinada ao consumo humano.

A presente publicação é um instrumento a ser utilizado pelas vigilâncias da qualidade da água para consumo humano dos estados e dos municípios, bem como pelos prestadores de serviço, tanto de sistemas de abastecimento de água como de soluções alternativas.

A ampla difusão e a implementação desta portaria no País constituem um importante instrumento para o efetivo exercício da vigilância e do controle da qualidade da água para consumo humano, com vistas a garantir a prevenção de inúmeras doenças e a promoção da saúde da população.

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.

O MINISTRO DE ESTADO DA SAÚDE, no uso de suas atribuições e considerando o disposto no Art. 2.º do Decreto n.º 79.367, de 9 de março de 1977,

RESOLVE:

Art. 1.º Aprovar a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, na forma do Anexo desta Portaria, de uso obrigatório em todo território nacional.

Art. 2.º Fica estabelecido o prazo máximo de 12 meses, contados a partir da publicação desta Portaria, para que as instituições ou órgãos aos quais esta Norma se aplica, promovam as adequações necessárias a seu cumprimento, no que se refere ao tratamento por filtração de água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização e da obrigação do monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas.

Art. 3.º É de responsabilidade da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal a adoção das medidas necessárias para o fiel cumprimento desta Portaria.

Art. 4.º O Ministério da Saúde promoverá, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS, a revisão da Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano estabelecida nesta Portaria, no prazo de 5 anos ou a qualquer tempo, mediante solicitação devidamente justificada de órgãos governamentais ou não governamentais de reconhecida capacidade técnica nos setores objeto desta regulamentação.

Art. 5.º Fica delegada competência ao Secretário de Vigilância em Saúde para editar, quando necessário, normas regulamentadoras desta Portaria.

Art. 6.º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

HUMBERTO COSTA

* Publicada no Diário Oficial da União n.º 59, de 26 de março de 2004, seção 1, p. 266-270.

Anexo à Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004

NORMA DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

CAPÍTULO I DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1.º Esta Norma dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

Art. 2.º Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Art. 3.º Esta Norma não se aplica às águas envasadas e a outras, cujos usos e padrões de qualidade são estabelecidos em legislação específica.

CAPÍTULO II DAS DEFINIÇÕES

Art. 4.º Para os fins a que se destina esta Norma, são adotadas as seguintes definições:

I - água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;

II - sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão;

III - solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical;

IV - controle da qualidade da água para consumo humano – conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelo(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição;

V - vigilância da qualidade da água para consumo humano – conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende a esta Norma e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana;

VI - coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) – bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ em 24-48 horas, 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;

VII - coliformes termotolerantes – subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

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

IX - contagem de bactérias heterotróficas – determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação: $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ por 48 horas;

X - cianobactérias – microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde; e

XI - cianotoxinas – toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo:

a) microcistinas – hepatotoxinas heptapeptídicas cíclicas produzidas por cianobactérias, com efeito potente de inibição de proteínas fosfatases dos tipos 1 e 2A e promotoras de tumores;

b) cilindrospermopsina – alcalóide guanidínico cíclico produzido por cianobactérias, inibidor de síntese protéica, predominantemente hepatotóxico,

apresentando também efeitos citotóxicos nos rins, baço, coração e outros órgãos; e

c) saxitoxinas – grupo de alcalóides carbamatos neurotóxicos produzido por cianobactérias, não sulfatados (saxitoxinas) ou sulfatados (goniautoxinas e C-toxinas) e derivados decarbamil, apresentando efeitos de inibição da condução nervosa por bloqueio dos canais de sódio.

CAPÍTULO III DOS DEVERES E DAS RESPONSABILIDADES

Seção I Do Nível Federal

Art. 5.º São deveres e obrigações do Ministério da Saúde, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS:

I - promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal e com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II - estabelecer as referências laboratoriais nacionais e regionais, para dar suporte às ações de maior complexidade na vigilância da qualidade da água para consumo humano;

III - aprovar e registrar as metodologias não contempladas nas referências citadas no artigo 17 deste Anexo;

IV - definir diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem a ser implementado pelos Estados, Distrito Federal ou Municípios, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS; e

V - executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação estadual, nos termos da regulamentação do SUS.

Seção II Do Nível Estadual e Distrito Federal

Art. 6.º São deveres e obrigações das Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal:

I - promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com o nível municipal e os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II - garantir, nas atividades de vigilância da qualidade da água, a implementação de um plano de amostragem pelos municípios, observadas as diretrizes específicas a serem elaboradas pela SVS/MS;

III - estabelecer as referências laboratoriais estaduais e do Distrito Federal para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano; e

IV - executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação municipal, nos termos da regulamentação do SUS.

Seção III Do Nível Municipal

Art. 7.º São deveres e obrigações das Secretarias Municipais de Saúde:

I - exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, de acordo com as diretrizes do SUS;

II - sistematizar e interpretar os dados gerados pelo responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, assim como pelos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, em relação às características da água nos mananciais, sob a perspectiva da vulnerabilidade do abastecimento de água quanto aos riscos à saúde da população;

III - estabelecer as referências laboratoriais municipais para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano;

IV - efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada sistema de abastecimento ou solução alternativa, por meio de informações sobre:

a) a ocupação da bacia contribuinte ao manancial e o histórico das características de suas águas;

b) as características físicas dos sistemas, práticas operacionais e de controle da qualidade da água;

c) o histórico da qualidade da água produzida e distribuída; e

d) a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade do sistema.

V - auditar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas;

VI - garantir à população informações sobre a qualidade da água e riscos à saúde associados, nos termos do inciso VI do artigo 9 deste Anexo;

VII - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível à população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes;

IX - informar ao responsável pelo fornecimento de água para consumo humano sobre anomalias e não conformidades detectadas, exigindo as providências para as correções que se fizerem necessárias;

X - aprovar o plano de amostragem apresentado pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, que deve respeitar os planos mínimos de amostragem expressos nas tabelas 6, 7, 8 e 9;

XI - implementar um plano próprio de amostragem de vigilância da qualidade da água, consoante as diretrizes específicas elaboradas pela SVS; e

XII - definir o responsável pelo controle da qualidade da água de solução alternativa.

Seção IV

Do Responsável pela Operação de Sistema e/ou Solução Alternativa

Art. 8.º Cabe ao(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água exercer o controle da qualidade da água.

Parágrafo único. Em caso de administração, em regime de concessão ou permissão do sistema de abastecimento de água, é a concessionária ou a permissionária a responsável pelo controle da qualidade da água.

Art. 9.º Ao(s) responsável(is) pela operação de sistema de abastecimento de água incumbe:

I - operar e manter sistema de abastecimento de água potável para a população consumidora, em conformidade com as normas técnicas aplicáveis publicadas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – e com outras normas e legislações pertinentes;

II - manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de:

a) controle operacional das unidades de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição;

b) exigência do controle de qualidade, por parte dos fabricantes de produtos químicos utilizados no tratamento da água e de materiais empregados na produção e na distribuição que tenham contato com a água;

c) capacitação e atualização técnica dos profissionais encarregados da operação do sistema e do controle da qualidade da água; e

d) análises laboratoriais da água, em amostras provenientes das diversas partes que compõem o sistema de abastecimento.

III - manter avaliação sistemática do sistema de abastecimento de água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, no histórico das características de suas águas, nas características físicas do sistema, nas práticas operacionais e na qualidade da água distribuída;

IV - encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação do atendimento a esta Norma, relatórios mensais com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo estabelecido pela referida autoridade;

V - promover, em conjunto com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, as ações cabíveis para a proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte, assim como efetuar controle das características das suas águas, nos termos do artigo 19 deste Anexo, notificando imediatamente a autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI - fornecer a todos os consumidores, nos termos do Código de Defesa do Consumidor, informações sobre a qualidade da água distribuída, mediante envio de relatório, dentre outros mecanismos, com periodicidade mínima anual e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

a) descrição dos mananciais de abastecimento, incluindo informações sobre sua proteção, disponibilidade e qualidade da água;

b) estatística descritiva dos valores de parâmetros de qualidade detectados na água, seu significado, origem e efeitos sobre a saúde; e

c) ocorrência de não conformidades com o padrão de potabilidade e as medidas corretivas providenciadas.

VII - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII - comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia operacional no sistema ou não conformidade na qualidade da água tratada, identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29 deste Anexo; e

IX - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

Art. 10. Ao responsável por solução alternativa de abastecimento de água, nos termos do inciso XII do artigo 7 deste Anexo, incumbe:

I - requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água apresentando laudo sobre a análise da água a ser fornecida, incluindo os parâmetros de qualidade previstos nesta Portaria, definidos por critério da referida autoridade;

II - operar e manter solução alternativa que forneça água potável em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, publicadas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas –, e com outras normas e legislações pertinentes;

III - manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de análises laboratoriais, nos termos desta Portaria e, a critério da autoridade de saúde pública, de outras medidas conforme inciso II do artigo anterior;

IV - encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação, relatórios com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo e periodicidade estabelecidos pela referida autoridade, sendo no mínimo trimestral;

V - efetuar controle das características da água da fonte de abastecimento, nos termos do artigo 19 deste Anexo, notificando, imediatamente, à autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VII - comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública competente e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29; e

VIII - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

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.

§1.º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que as novas amostras revelem resultado satisfatório.

§2.º Nos sistemas de distribuição, a coleta deve incluir, no mínimo, três amostras simultâneas, sendo uma no mesmo ponto e duas outras localizadas a montante e a jusante.

§3.º Amostras com resultados positivos para coliformes totais devem ser analisadas para *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, devendo, neste caso, ser efetuada a verificação e a confirmação dos resultados positivos.

§4.º O percentual de amostras com resultado positivo de coliformes totais em relação ao total de amostras coletadas nos sistemas de distribuição deve ser calculado mensalmente, excluindo as amostras extras (recoleta).

§5.º O resultado negativo para coliformes totais das amostras extras (recoletas) não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

§6.º Na proporção de amostras com resultado positivo admitidas mensalmente para coliformes totais no sistema de distribuição, expressa na tabela 1, não são tolerados resultados positivos que ocorram em recoleta, nos termos do §1.º deste artigo.

§7.º Em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas e, uma vez excedidas 500 unidades formadoras de colônia (UFC) por ml, devem ser providenciadas imediata recoleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis.

§8.º Em complementação, recomenda-se a inclusão de pesquisa de organismos patogênicos, com o objetivo de atingir, como meta, um padrão de ausência, dentre outros, de enterovírus, cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* sp.

§9.º Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas as providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.

Art. 12. Para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser observado o padrão de turbidez expresso na tabela 2 abaixo:

Tabela 2
Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção

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.

§1.º Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores aos VMP estabelecidos na tabela 2, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 UT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 UT em qualquer ponto da rede no sistema de distribuição.

§2.º Com vistas a assegurar a adequada eficiência de remoção de enterovírus, cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* sp, recomenda-se, enfaticamente, que, para a filtração rápida, se estabeleça como meta a obtenção de efluente filtrado com valores de turbidez inferiores a 0,5 UT em 95% dos dados mensais e nunca superiores a 5,0 UT.

§3.º O atendimento ao percentual de aceitação do limite de turbidez, expresso na tabela 2, deve ser verificado, mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente, em qualquer caso, no efluente individual de cada unidade de filtração.

Art. 13. Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos.

Parágrafo único. Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrado pelo responsável pelo sistema de tratamento uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida com a condição definida neste artigo.

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
Mercúrio	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
Tetracloroeteno	µg/L	40
Triclorobenzenos	µg/L	20
Tricloroeteno	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 (isómeros)	µg/L	0,2
2,4 D	µg/L	30
DDT (isómeros)	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.

§1.º Recomenda-se que as análises para cianotoxinas incluam a determinação de cilindrospermopsina e saxitoxinas (STX), observando, respectivamente, os valores limites de 15,0 µg/L e 3,0 µg/L de equivalentes STX/L.

§2.º Para avaliar a presença dos inseticidas organofosforados e carbamatos na água, recomenda-se a determinação da atividade da enzima acetilcolinesterase, observando os limites máximos de 15% ou 20% de inibição enzimática, quando a enzima utilizada for proveniente de insetos ou mamíferos, respectivamente.

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

Parâmetro	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.

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

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

§3.º Recomenda-se a realização de testes para detecção de odor e gosto em amostras de água coletadas na saída do tratamento e na rede de distribuição de acordo com o plano mínimo de amostragem estabelecido para cor e turbidez nas tabelas 6 e 7.

Art. 17. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e de radioatividade devem atender às especificações das normas nacionais que disciplinem a matéria, da edição mais recente da publicação *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, de autoria das instituições *American Public Health Association (APHA)*, *American Water Works Association (AWWA)* e *Water Environment Federation (WEF)*, ou das normas publicadas pela ISO (*International Standardization Organization*).

§1.º Para análise de cianobactérias e cianotoxinas e comprovação de toxicidade por bioensaios em camundongos, até o estabelecimento de

especificações em normas nacionais ou internacionais que disciplinem a matéria, devem ser adotadas as metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em sua publicação *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*.

§2.º Metodologias não contempladas nas referências citadas no §1.º e *caput* deste artigo, aplicáveis aos parâmetros estabelecidos nesta Norma, devem, para ter validade, receber aprovação e registro pelo Ministério da Saúde.

§3.º As análises laboratoriais para o controle e a vigilância da qualidade da água podem ser realizadas em laboratório próprio ou não que, em qualquer caso, deve manter programa de controle de qualidade interna ou externa ou ainda ser acreditado ou certificado por órgãos competentes para esse fim.

CAPÍTULO V DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM

Art. 18. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água devem elaborar e aprovar, junto à autoridade de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema, respeitando os planos mínimos de amostragem expressos nas tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6

Número mínimo de amostras para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial

Parâmetro	Tipo de manancial	Saída do tratamento (número de amostras por unidade de tratamento)	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)		
			População abastecida		
			<50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.

Cor, turbidez e pH	Superficial	1	10	1 para cada 5.000 hab.	40 + (1 para cada 25.000 hab.)
	Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
CRL ⁽¹⁾	Superficial	1	(Conforme §3.º do artigo 18)		
	Subterrâneo	1			
Fluoreto	Superficial ou Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
Cianotoxinas	Superficial	1 (Conforme §5.º do artigo 18)	–	–	–
Trihalometanos	Superficial	1	1 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾
	Subterrâneo	–	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾
Demais parâmetros ⁽³⁾	Superficial ou Subterrâneo	1	1 ⁽⁴⁾	1 ⁽⁴⁾	1 ⁽⁴⁾

Notas: (1) Cloro residual livre.

(2) As amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição.

(3) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

(4) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e/ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 7

Frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial

Parâmetro	Tipo de manancial	Saída do tratamento (frequência por unidade de tratamento)	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)		
			População abastecida		
			<50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.
Cor, turbidez, pH e fluoreto	Superficial	A cada 2 horas	Mensal	Mensal	Mensal
	Subterrâneo	Diária			
CRL ⁽¹⁾	Superficial	A cada 2 horas	(Conforme §3.º do artigo 18)		
	Subterrâneo	Diária			
Cianotoxinas	Superficial	Semanal (Conforme §5.º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
	Subterrâneo	-	Anual	Semestral	Semestral
Demais parâmetros ⁽²⁾	Superficial ou Subterrâneo	Semestral	Semestral ⁽³⁾	Semestral ⁽³⁾	Semestral ⁽³⁾

Notas: (1) Cloro residual livre.

(2) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

(3) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e/ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 8

Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida

Parâmetro	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)			
	População abastecida			
	<5.000 hab.	5.000 a 20.000 hab.	20.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.
Coliformes totais	10	1 para cada 500 hab.	30 + (1 para cada 2.000 hab.)	105 + (1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000

Nota: na saída de cada unidade de tratamento devem ser coletadas, no mínimo, 2 (duas) amostras semanais, recomendando-se a coleta de, pelo menos, 4 (quatro) amostras semanais.

Tabela 9

Número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, em função do tipo de manancial e do ponto de amostragem

Parâmetro	Tipo de manancial	Saída do tratamento (para água canalizada)	Número de amostras retiradas no ponto de consumo ⁽¹⁾ (para cada 500 hab.)	Frequência de amostragem
Cor, turbidez, pH e coliformes totais ⁽²⁾	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
CRL ^{(2) (3)}	Superficial ou Subterrâneo	1	1	Diário

Notas: (1) Devem ser retiradas amostras em, no mínimo, 3 (três) pontos de consumo de água.

(2) Para veículos transportadores de água para consumo humano, deve ser realizada 1 (uma) análise de CRL em cada carga e 1 (uma) análise, na fonte de fornecimento, de cor, turbidez, pH e coliformes totais com frequência mensal, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública.

(3) Cloro residual livre.

§1.º A amostragem deve obedecer aos seguintes requisitos:

I - distribuição uniforme das coletas ao longo do período; e

II - representatividade dos pontos de coleta no sistema de distribuição (reservatórios e rede), combinando critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos, entendidos como aqueles próximos a grande circulação de pessoas (terminais rodoviários, terminais ferroviários, etc.) ou edifícios que alberguem grupos populacionais de risco (hospitais, creches, asilos, etc.), aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição (pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento, reservatórios, etc.) e locais com sistemáticas notificações de agravos à saúde tendo como possíveis causas agentes de veiculação hídrica.

§2.º No número mínimo de amostras coletadas na rede de distribuição, previsto na tabela 8, não se incluem as amostras extras (recoletas).

§3.º Em todas as amostras coletadas para análises microbiológicas deve ser efetuada, no momento da coleta, medição de cloro residual livre ou de outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro.

§4.º Para uma melhor avaliação da qualidade da água distribuída, recomenda-se que, em todas as amostras referidas no §3.º deste artigo, seja efetuada a determinação de turbidez.

§5.º Sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células/ml ($2\text{mm}^3/\text{L}$ de biovolume), durante o monitoramento que trata o §1.º do artigo 19, será exigida a análise semanal de cianotoxinas na água na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, sendo que esta análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos.

Art. 19. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas e de soluções alternativas de abastecimento supridos por manancial superficial devem coletar amostras semestrais da água bruta, junto do ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos na legislação vigente de classificação e enquadramento de águas superficiais, avaliando a compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente.

§1.º O monitoramento de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, deve obedecer frequência mensal, quando o número de cianobactérias não exceder 10.000 células/ml (ou 1mm³/L de biovolume), e semanal, quando o número de cianobactérias exceder este valor.

§2.º É vedado o uso de algicidas para o controle do crescimento de cianobactérias ou qualquer intervenção no manancial que provoque a lise das células desses microrganismos, quando a densidade das cianobactérias exceder 20.000 células/ml (ou 2mm³/L de biovolume), sob pena de comprometimento da avaliação de riscos à saúde associados às cianotoxinas.

Art. 20. A autoridade de saúde pública, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, deve implementar um plano próprio de amostragem, consoante as diretrizes específicas elaboradas no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS.

CAPÍTULO VI DAS EXIGÊNCIAS APLICÁVEIS AOS SISTEMAS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Art. 21. O sistema de abastecimento de água deve contar com responsável técnico, profissionalmente habilitado.

Art. 22. Toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o atendimento ao padrão microbiológico desta Norma.

Art. 23. Toda água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização deve incluir tratamento por filtração.

Art. 24. Em todos os momentos e em toda sua extensão, a rede de distribuição de água deve ser operada com pressão superior à atmosférica.

§1.º Caso esta situação não seja observada, fica o responsável pela operação do serviço de abastecimento de água obrigado a notificar a autoridade de saúde pública e informar à população, identificando períodos e locais de ocorrência de pressão inferior à atmosférica.

§2.º Excepcionalmente, caso o serviço de abastecimento de água necessite realizar programa de manobras na rede de distribuição, que possa submeter trechos a pressão inferior à atmosférica, o referido programa deve ser previamente comunicado à autoridade de saúde pública.

Art. 25. O responsável pelo fornecimento de água por meio de veículos deve:

I - garantir o uso exclusivo do veículo para este fim;

II - manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e/ou, sobre a fonte de água; e

III - manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água.

§1.º A água fornecida para consumo humano por meio de veículos deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L.

§2.º O veículo utilizado para fornecimento de água deve conter, de forma visível, em sua carroceria, a inscrição “ÁGUA POTÁVEL”.

CAPÍTULO VII DAS PENALIDADES

Art. 26. Serão aplicadas as sanções administrativas cabíveis aos responsáveis, pela operação dos sistemas ou soluções alternativas de abastecimento de água, que não observarem as determinações constantes desta Portaria.

Art. 27. As Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios estarão sujeitas à suspensão de repasse de recursos do Ministério da Saúde e órgãos ligados, diante da inobservância do contido nesta Portaria.

Art. 28. Cabe ao Ministério da Saúde, por intermédio da SVS/MS, e às autoridades de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos

Municípios, representadas pelas respectivas Secretarias de Saúde ou órgãos equivalentes, fazer observar o fiel cumprimento desta Norma, nos termos da legislação que regulamenta o Sistema Único de Saúde – SUS.

CAPÍTULO VIII DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 29. Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem estabelecer entendimentos para a elaboração de um plano de ação e tomada das medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

Art. 30. O responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água pode solicitar à autoridade de saúde pública a alteração na frequência mínima de amostragem de determinados parâmetros estabelecidos nesta Norma.

Parágrafo único. Após avaliação criteriosa, fundamentada em inspeções sanitárias e/ou em histórico mínimo de dois anos do controle e da vigilância da qualidade da água, a autoridade de saúde pública decidirá quanto ao deferimento da solicitação, mediante emissão de documento específico.

Art. 31. Em função de características não conformes com o padrão de potabilidade da água ou de outros fatores de risco, a autoridade de saúde pública competente, com fundamento em relatório técnico, determinará ao responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água que amplie o número mínimo de amostras, aumente a frequência de amostragem ou realize análises laboratoriais de parâmetros adicionais ao estabelecido na presente Norma.

Art. 32. Quando não existir na estrutura administrativa do estado a unidade da Secretaria de Saúde, os deveres e responsabilidades previstos no artigo 6.º deste Anexo serão cumpridos pelo órgão equivalente.

A coleção institucional do Ministério da Saúde pode ser acessada gratuitamente na Biblioteca Virtual do Ministério da Saúde:

<http://www.saude.gov.br/bvs>

O conteúdo desta e de outras obras da Editora do Ministério da Saúde pode ser acessado gratuitamente na página:

<http://www.saude.gov.br/editora>



EDITORA MS

Coordenação-Geral de Documentação e Informação/SAA/SE
MINISTÉRIO DA SAÚDE

(Normalização, revisão, editoração, impressão, acabamento e expedição)

SIA, trecho 4, lotes 540/610 – CEP: 71200-040
Telefone: (61) 3233-2020 Fax: (61) 3233-9558

E-mail: editora.ms@saude.gov.br

Home page: <http://www.saude.gov.br/editora>

Brasília – DF, julho de 2005

OS 0358/2005

ISBN 85-334-0935-4



9 788533 409354

Ministério
da Saúde





ANEXO II
LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA
DOS PONTOS AMOSTRAIS

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PONTOS AMOSTRAIS IAP/SUDERHSA.

PONTO AMOSTRAL	LOCALIZAÇÃO COORDENADAS GEOGRÁFICAS	DESIGNAÇÃO
AI11	LONG. 49°25'47" LAT. 25°34'28"	RIO PASSAÚNA ARAUCÁRIA
AI 27	LONG. 49°21'58,9" LAT. 25°18'29,4"	NASCENTE RIO PASSAÚNA ARAUCÁRIA
AI28	LONG. 49°20'23,1" LAT. 25°20'54,2"	RIO PASSAÚNA ALMIRANTE TAMANDARÉ
AI29	LONG. 49°20'41,7" LAT. 25°21'52,4"	RIO PASSAÚNA ALMIRANTE TAMANDARÉ
AI30	LONG. 49°24'09" LAT. 25°27'36,4"	RIO PASSAÚNA ALMIRANTE TAMANDARÉ
AI32	LONG. 49°23'15,8" LAT. 25°25'34,8"	RIO PASSAÚNA CAMPO LARGO
AI33	LONG. 49°23'35,0" LAT. 25°25'46,3"	RIO CACHOEIRA CAMPO LARGO
AI 35	LONG. 49°24'09,4" LAT. 25°27'36,4"	FERRARIA MONTANTE CRUZ DO FERRARIA
AI 36	LONG. 49°23'32" LAT. 25°31'56"	RIO PASSAÚNA AJUSANTE BARRAGEM
AI 37	LONG. 49°23'36" LAT. 25°31'58"	RIO PASSAÚNA OLARIA PIOLI

FONTE: IAP/ SUDEHRSARHAS 2008

**LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PONTOS AMOSTRAIS
PESQUISA/SANEPAR**

PONTO AMOSTRAL	LOCALIZAÇÃO COORDENADAS GEOGRÁFICAS	DESIGNAÇÃO
PESQUISA/SANEPAR 205	LONG 49°23'38,4" LAT 25°31'40,3"	CANAL EXTRAVADOR REPRESA
PESQUISA/SANEPAR 208	LONG 49°22'9,6" LAT 25°30'45"	CAPTAÇÃO SANEPAR
PESQUISA 209	LONG 49°23'26,9" LAT 25°28'11"	FERRARIA REPRESA
PESQUISA 210	LONG 49°22'53,3 " LAT 25°27'4.7"	SÃO JOSÉ REPRESA
PESQUISA/SANEPAR 211	LONG 49°23'19,8" LAT 25°25'41"	RIO PASSSAÚNA BR 277
PESQUISA/SANEPAR 212	LONG 49°23'57,6" LAT 25°31'57,6"	RIO PASSSAÚNA AJUSANTE REPRESA

Fonte: BUSCH, 2008