



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

LUIZA DE NAZARÉ ALMEIDA LOPES

**OS IMPACTOS DOS ASSENTAMENTOS INFORMAIS NOS
RECURSOS HÍDRICOS: CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO IGARAPÉ MATA FOME, CIDADE DE BELÉM-PA**

Belém-Pará
2008

LUIZA DE NAZARÉ ALMEIDA LOPES

**OS IMPACTOS DOS ASSENTAMENTOS INFORMAIS NOS RECURSOS
HÍDRICOS: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MATA
FOME, CIDADE DE BELÉM-PA**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em Engenharia
Civil: Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará.
Orientadora: Prof. Dra. Luiza Carla Girard
Teixeira Machado.

Belém-Pará
2008

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UFPA, Belém-PA

Lopes, Luiza de Nazaré Almeida, 1980-

Os impactos dos assentamentos informais nos recursos hídricos : o caso da bacia hidrográfica do igarapé Mata Fome, cidade de Belém – PA / Luiza de Nazaré Almeida Lopes; orientadora, Luiza Carla Girard Teixeira Machado. — 2008

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2008.

1. Degradação ambiental – Pará. 2. Saúde pública. 3. Mata Fome, Igarapé (Pa). 4. Saneamento. 5. invasões de terra – Pará. I. Título.

CDD - 21. ed. 363.70708115

LUIZA DE NAZARÉ ALMEIDA LOPES

**OS IMPACTOS DOS ASSENTAMENTOS INFORMAIS NOS RECURSOS
HÍDRICOS: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MATA
FOME, CIDADE DE BELÉM-PA**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em Engenharia
Civil: Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará.

Data de aprovação:

Banca Examinadora:

Prof^a Luiza Carla Girard Teixeira Machado – Orientadora
Dr^a em Ciências: Desenvolvimento Sócio-Ambiental (UFPA)
Universidade Federal do Pará - (IT/UFPA)

Prof^a Simone de Fátima Pinheiro Pereira – Examinador externo
Dr^a em Química (UFBA)
Universidade Federal do Pará (CCN)

Prof^o André Luiz da Silva Salgado Coelho – Examinador
Dr^o em Engenharia Hidráulica e Saneamento (EESC)
Universidade Federal do Pará (CNPQ/UFPA)

Dedico a meus pais, que sempre confiaram em meus sonhos e que dispuseram de seu amor incondicional.

"A água é o constituinte mais característico da terra. Ingrediente essencial da vida, a água é talvez o recurso mais precioso que a terra fornece à humanidade. Embora se observe pelos países mundo afora tanta negligência e tanta falta de visão com relação a este recurso, é de se esperar que os seres humanos tenham pela água grande respeito, que procurem manter seus reservatórios naturais e salvaguardar sua pureza. De fato, o futuro da espécie humana e de muitas outras espécies pode ficar comprometido a menos que haja uma melhora significativa na administração dos recursos hídricos terrestres".

(J.W.Maurits la Rivière, Ph.D. em Microbiologia, Delft University of Technology, Holanda)

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é fruto de muita dedicação e de apoio de mãos amigas.

À Família:

- A Deus, pelas obras tão extraordinárias em minha vida.
- A meus pais, Liduina e José Alípio, por me fazerem sempre acreditar que posso conquistar meus ideais.

Aos Professores e Colaboradores:

- A minha orientadora Professora Luiza Girard, pela confiança em mim depositada e pela liberdade para a elaboração desta pesquisa. Agradeço, acima de tudo, a amizade construída durante os anos de convívio;
- A Professora Simone Pereira, Coordenadora do Laboratório de Química Analítica e Ambiental, e a sua equipe, pelo apoio e pelas valorosas contribuições;
- Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pela oportunidade de realizar este trabalho de pesquisa.
- A Secretária Estadual de Meio Ambiente pelo apoio de recursos financeiros para realização das análises laboratoriais.
- A Comunidade Bom Jesus I, localizada no bairro da Pratinha, representada pelo Sr. Sidi, presidente da associação, que recebeu a equipe de pesquisa e forneceu informações preciosas para a elaboração desta dissertação.

Aos Amigos:

- A meus amigos de trabalho na Câmara de Política Setorial de Infraestrutura e Transporte, do Governo do Estado, pelo incentivo para realização desta pesquisa;
- Ao engenheiro José Emidio Zandonad, chefe do Setor de Meio Ambiente da UHE Tucuruí, pela compreensão e apoio para o desenvolvimento deste trabalho;
- A todos os meus amigos pelo apoio e carinho, pois acompanharam de perto meu empenho e ansiedade;
- Finalmente, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	16
QUADROS.....	18
FOTOGRAFIAS.....	19
GRÁFICOS.....	21
TABELAS.....	22
FIGURAS.....	23
ABSTRACT.....	25
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 OBJETIVOS.....	24
2.1 GERAL.....	24
2.2 ESPECÍFICOS.....	24
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	25
3.1 GESTÃO DOS RECURSOS HIDRICOS NOS CENTROS URBANOS.....	25
3.2 PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO EM BELÉM.....	31
3.2.1 Características do município de Belém.....	31
3.2.2 Evolução urbana em Belém.....	38
3.3 INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DAS BACIAS HIDROGRAFICAS DE BELÉM.....	42
3.3.1 Bacias hidrográficas do município de Belém.....	42
3.3.2 Intervenções urbanísticas e ambientais em Belém.....	45
3.3.3 Características da Baía do Guajará.....	52
3.3.4 A qualidade das águas da Baía do Guajará.....	55
3.3.5 O papel da água na transmissão de agentes causadores de doenças.....	58
3.4 SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO NO PARÁ.....	63
3.4.1 Os serviços de saneamento básico em Belém.....	68
4 AREA DE ESTUDO.....	75
4.1 DISTRITO ADMINISTRATIVO DO BENGÜÍ - DABEN.....	75
4.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA MATA FOME.....	78

4.2.1 Aspectos físicos da Bacia Mata Fome	81
4.2.2 Aspectos bióticos da bacia do Mata Fome	88
4.2.3 Aspectos antrópicos da Bacia Mata Fome	90
4.2.4 A qualidade das águas da Bacia Mata Fome	93
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	96
5.1 LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO NA ÁREA DE ESTUDO	96
5.2 DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	97
5.3 DETERMINAÇÃO DE PÂRAMETROS LABORATORIAIS	109
5.3.1 Coleta de amostra de água superficial e sedimento.....	110
5.3.2 Análise laboratorial das amostras.....	112
5.3.3 Índice de qualidade da água - IQA.....	115
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	119
6.1 O SANEAMENTO BÁSICO NA ÁREA DE ESTUDO.....	119
6.1.1 Abastecimento de água.....	119
6.1.2 Esgotamento sanitário	123
6.1.3 Drenagem e manejo de águas pluviais	126
6.1.4 Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.....	130
6.2 AVALIAÇÃO DAS AGUAS SUPERFICIAIS DO IGARAPÉ MATA FOME	132
6.2.1 Parâmetros físico-químicos	132
6.2.2 Parâmetros microbiológicos.....	145
6.2.3 Exames parasitológicos	147
6.2.4 Analise do índice de qualidade da água do igarapé Mata Fome.....	148
6.2.5 Analise dos dados com outros pesquisadores.....	151
6.3 AVALIAÇÃO DO SEDIMENTO DO IGARAPÉ MATA FOME	152
6.3.1 Parâmetros químicos.....	153
6.3.2 Exames parasitológicos	155
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	158
REFERÊNCIAS	161

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
BIRD	Banco Interamericano e Reconstrução e Desenvolvimento
BNH	Banco Nacional de Habitação
CEF	Caixa Econômica Federal
CE	Condutividade
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CF	Coliforme Fecal
CHM	Centro de Hidrografia da Marinha
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo.
COHAB	Companhia de Habitação do Pará
CODEM	Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COSANPA	Companhia de Saneamento do Pará
DABEN	Distrito Administrativo do Bengüí
DAICO	Distrito Administrativo de Icoaraci
DAE	Departamento de Água e Esgoto
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EEE	Estação Elevatória de Esgoto
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQA	Índice de Qualidade da Água
IPASEP	Instituto de Previdência e Assistência dos Servidores do Pará
NMP	Número mais provável
OD	Oxigênio Dissolvido
OMS	Organização Mundial de Saúde
pH	Potencial Hidrogeniônico
PDE	Plano Diretor de Esgoto
PDES	Plano Diretor de Esgoto Sanitário da Região Metropolitana de Belém
PMB	Prefeitura Municipal de Belém

PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
Projeto Uma	Programa de Saneamento para Recuperação da Bacia do Una
PROSANE AR	Programa Social de Emergência e Geração de Emprego
PROSEGE	Programa de Saneamento para População de Baixa Renda
RMB	Região Metropolitana de Belém
SAAEB	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Belém
SEGEP	Secretaria Municipal de Coordenação Geral do Planejamento e Gestão
SEMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente
SESMA	Secretaria Municipal de Saúde
SESAN	Secretaria de Saneamento do Município de Belém
SESP	Serviço Especial de Saúde Pública
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SFH	Sistema Financeiro de Habitação
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNS	Secretaria Nacional de Saneamento
ST	Sólidos Totais
SD	Sólidos Decantáveis
UASB	Anaeróbios de Fluxo Ascendente

QUADROS

Quadro 1 – Principais atribuições do SNGRH no Brasil.....	28
Quadro 2 - Características das bacias hidrográficas do município de Belém	44
Quadro 3 - Doenças relacionadas à água.....	60
Quadro 4 - Descrição dos parâmetros que serão realizados na pesquisa.....	109
Quadro 6 – Método de acondicionamento das amostras.....	111
Quadro 5 - Descrição de métodos e equipamentos utilizados na pesquisa.....	113
Quadro 7 – Classificação da qualidade da água, segundo CETESB.....	117
Quadro 8 – Valores dos pesos qi de cada parâmetro do IQA.....	118
Quadro 9 – Estágios parasitários detectados nas amostras de água superficial do igarapé Mata Fome	148
Quadro 10 – Estágios parasitários detectados em amostras de sedimento	156

FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Canal da Visconde de Inhaúma, antes da intervenção urbanística na Bacia do Una.	50
Fotografia 2 – Canal da Visconde de Inhaúma, depois da intervenção urbanística na Bacia do Una.	50
Fotografia 3 – Igarapé Tucunduba, antes da intervenção urbanística.	51
Fotografia 4 – Igarapé Tucunduba, depois da intervenção urbanística.	51
Fotografia 5 – Vila dos Santos, Bacia Estrada Nova.	51
Fotografia 6 – Moradias nas margens do rio Guamá, Bacia Estrada Nova.	51
Fotografia 7 – Afloramento da água, bacia do Mata Fome.	83
Fotografia 8 – Afloramento da água, bacia do Mata Fome.	83
Fotografia 9 – Vegetação nas margens do igarapé Mata Fome.	89
Fotografia 10 – Vegetação de várzea, na foz do igarapé Mata Fome.	89
Fotografia 11 – Centro Comunitário da Comunidade Bom Jesus I.	97
Fotografia 12 – Coleta na baixa-mar, fevereiro de 2006.	102
Fotografia 13 – Coleta na preamar, setembro de 2006.	102
Fotografia 14 – Ponto 1, foz do igarapé Mata Fome (baía do Guajará).	105
Fotografia 15 – Ponto 2, Rodovia Arthur Bernardes (jusante).	106
Fotografia 16 – Ponto 3, Rodovia Arthur Bernardes (montante).	106
Fotografia 17 – Ponto 4, Travessa 13 de Junho.	107
Fotografia 18 – Ponto 5, Passagem Santa Fé.	107
Fotografia 19 – Ponto 6, Travessa São João.	108
.....	108
Fotografia 20 – Ponto 7, travessa Piedade.	108
Fotografia 21 – Ponto 8, travessa Colina.	109
Fotografia 22 – Ponto 9, passagem Castanheira.	109
Fotografia 23 – Medição de oxigênio dissolvido na água do igarapé Mata Fome.	110
Fotografia 24 – Medição de pH na água do igarapé Mata Fome.	110
Fotografia 25 – Coleta da água superficial do igarapé Mata Fome.	111
Fotografia 26 – Coleta do sedimento nas margens do igarapé Mata Fome.	111
Fotografia 27 – Poço tipo Amazonas, Bacia do Mata Fome.	121
Fotografia 28 – Poço tipo Amazonas, Bacia do Mata Fome, Bacia do Mata Fome. ..	121
Fotografia 29 – Poço tipo tubular, bacia do Mata Fome.	121
Fotografia 30 – Poço tipo tubular, bacia do Mata Fome.	121
Fotografia 31 – Distribuição de água improvisada, Bacia do Mata Fome.	122
Fotografia 32 – Distribuição de água improvisada, Bacia do Mata Fome.	122
Fotografia 33 – Banheiro lançando esgoto sanitário no solo.	126
Fotografia 34 – Banheiro lançando esgoto sanitário às margens do igarapé Mata Fome.	126
Fotografia 35 – Rua aterrada, Bacia do Mata Fome.	127
Fotografia 36 – Construção de estivas, Bacia do Mata Fome.	127
Fotografia 37 – Tubulação de drenagem a montante da Rodovia Arthur Bernardes.	128
Fotografia 38 – Tubulação de drenagem a jusante da Rodovia Arthur Bernardes. ...	128
Fotografia 39 – Instalação de tubulações de drenagem na bacia Mata Fome.	128
Fotografia 40 – Tubulações de drenagem com lançamento no igarapé Mata Fome.	128
Fotografia 41 – Construção de casas nas margens do igarapé.	129
Fotografia 42 – Construção de casas nas margens do igarapé.	129
Fotografia 43 – Portos nas margens do igarapé Mata Fome.	129

Fotografia 44 – Ocupação das margens do igarapé Mata Fome por empresas.	129
Fotografia 45 – Erosão das margens do igarapé Mata Fome.	130
Fotografia 46 – Assoreamento do igarapé Mata Fome.	130
Fotografia 47 – Acumulo de resíduos sólidos próximos ao igarapé Mata Fome.	131
Fotografia 48 – Resíduos sólidos nas ruas, bacia do Mata Fome.	131
Fotografia 49 – Acumulo de resíduos sólidos nas margens do igarapé Mata Fome..	131
Fotografia 50 – Acumulo de resíduos sólidos no sistema de drenagem.	131
Fotografia 51 – Coleta de amostras na travessa Colina, fevereiro de 2006.	155
Fotografia 52 – Coleta de amostras na travessa Colina, setembro de 2006.	155

GRÁFICOS

Gráfico 1 – Temperatura mínima e máxima na cidade de Belém, período de 1961-1990	35
Gráfico 2 – Umidade relativa do ar na cidade de Belém, período de 1961-1990.....	36
Gráfico 3 – Percentual dos distritos com algum serviço de saneamento básico por região do Brasil.	65
Gráfico 4 – Proporção de pessoas residentes em domicílios sem saneamento básico adequado, segundo grandes regiões – 2001 a 2004.....	65
Gráfico 5 – Percentual dos distritos com algum serviço de saneamento básico por estado do Norte.....	66
Gráfico 6 - Déficit de rede de água e esgoto nos municípios do Pará.....	68
Gráfico 7 - Abastecimento de água no município de Belém por domicílio permanente	70
Gráfico 8 - Precipitação pluviométrica mensal de Belém em 2006	73
Gráfico 9 – Variação de marés no porto de Belém	88
Gráfico 10 – Valores de pH na água do igarapé	13601
Gráfico 11 – Valores de turbidez na água do igarapé	1377
Gráfico 12 – Valores de condutividade elétrica na água do igarapé	1388
Gráfico 13 – Valores de cor aparente na água do igarapé.....	13939
Gráfico 14 – Valores de sólidos suspensos na água do igarapé	14040
Gráfico 15 – Valores de sólidos totais na água do igarapé	1401
Gráfico 16 – Valores de sólidos totais fixos na água do igarapé.....	1411
Gráfico 17 – Valores de sólidos totais voláteis na água do igarapé.....	141
Gráfico 18 – Valores de DBO na água do igarapé.....	1422
Gráfico 19 – Valores de oxigênio dissolvido na água do igarapé.....	1433
Gráfico 20 – Valores de DQO na água do igarapé	1444
Gráfico 21 – IQA do igarapé Mata Fome, período chuvoso	1504
Gráfico 22 – IQA do igarapé Mata Fome, período de estiagem.....	1500
Gráfico 23 - IQA do igarapé Mata Fome, período de estiagem.....	150
Gráfico 24 – Valores de Nitrogênio Total Kjeldhal no sedimento das margens do igarapé Mata Fome	154
Gráfico 25 – Valores de Fósforo Total no sedimento do igarapé Mata Fome	154

TABELAS

Tabela 1 – Distritos administrativos do município de Belém	33
Tabela 2 - Intervenções do poder público com ações de saneamento básico nas bacias hidrográficas que deságuam na baía do Guajará.	56
Tabela 3 - Estimativa da carga orgânica gerada nas bacias hidrográficas que deságua na Baía do Guajará.....	58
Tabela 4 - Incidência de doenças relacionadas com o saneamento no município de Belém de 2000 a 2006	61
Tabela 6 – Perfil epidemiológico do DABEN/2006.....	92
Tabela 7 – Principais causas da mortalidade no DABEN/2006	92
Tabela 8 - Tábuas de marés no estado do Pará	101
Tabela 9 - Identificação e georreferenciamento dos pontos de coleta	103
Tabela 10 - Distâncias entre os pontos de amostragem.....	104
Tabela 11 – Projetos previstos para a Bacia do Mata Fome.....	123
Tabela 12 – Resultados das análises físico-químicas nas águas do igarapé Mata Fome	133
Tabela 13 – Valores médios, medianas, mínimo e máximo das análises físico-químicas nas águas do igarapé Mata Fome	134
Tabela 14 – Valores dos parâmetros microbiológicos nas amostras de águas coletadas no igarapé Mata Fome	145
Tabela 15 – Valores médios, medianas, mínimo e máximo dos parâmetros microbiológicos das águas do igarapé Mata Fome	145
Tabela 16 – Índice de Qualidade das águas do igarapé Mata Fome	149
Tabela 17 – Comparação dos valores médios dos parâmetros analisados por diferentes pesquisadores do igarapé Mata Fome e entorno.	151
Tabela 18 – Parâmetros químicos das amostras de sedimento	153

FIGURAS

Figura 1 – Limites da bacia hidrográfica.	25
Figura 2 - Regiões Hidrográficas do Estado do Pará.	30
Figura 3 - Localização geográfica da RMB	32
Figura 4 - Distritos administrativos do município de Belém e os setores fiscais/bairros	34
Figura 5 – Região Metropolitana de Belém com seus igarapés, lagos, ilhas, malha urbana e municípios.....	37
Figura 6 – Subdivisão da orla fluvial de Belém	39
Figura 7 – Imagens aérea do limites das bacias hidrográficas de Belém.	44
Figura 8 – Limites das bacias hidrográficas de Belém.....	44
Figura 9 – Baía do Guajará, município de Belém.	54
Figura 10 Bacias hidrográficas que deságuam na baía do Guajará.	54
Figura 11 - Intervenções de saneamento nas bacias hidrográficas de Belém.	57
Figura 13 - Limite do igarapé Mata Fome.	77
Figura 14 – Bacia do Mata Fome tomada em 2000.	79
Figura 15 – Levantamento aerofotogramétrico da hidrografia da bacia do Mata Fome.	86
Figura 16 – Polígono irregular da área de estudo, bacia do Mata Fome	98
Figura 17 – Pontos de amostragem 1, 2 e 3, no igarapé Mata Fome	99
Figura 18 – Pontos de amostragem 4, 5 e 6, no igarapé Mata Fome	99
Figura 19 - Pontos de amostragem 7, 8 e 9, no igarapé Mata Fome	100
Figura 20 - Localização dos pontos de amostragem georreferenciados.....	102
Figura 21 - Localização do ponto 1, foz do igarapé Mata Fome (baía do Guajará). ..	104
Figura 22 - Localização dos pontos 2 e 3, no bairro da Pratinha.	105
Figura 23 - Localização dos pontos 4 e 5, no bairro da Pratinha.	106
Figura 24 - Localização dos pontos 6 e 7, no bairro da Pratinha.	107
Figura 25 - Localização dos pontos 8 e 9, no bairro da Pratinha.	108
Figura 26 – Rede geral de abastecimento de água em Belém – Setores censitários urbanos 2000	120
Figura 27 – Rede geral de esgoto em Belém – Setores censitários urbanos 2000 ...	124

RESUMO

A ocupação acelerada do solo urbano, na forma de assentamentos informais, somada a políticas públicas não eficazes e a carência de prestação dos serviços de saneamento básico, gera impactos nos recursos hídricos, no bem estar social e, conseqüentemente, na qualidade de vida. Este trabalho centraliza o foco nos assentamentos informais da bacia hidrográfica do igarapé Mata Fome, região de expansão da cidade de Belém, capital do Estado do Pará. No igarapé foram selecionados nove pontos de amostragem, que compreendem um percurso de 1,45 Km, que vai de sua foz com a Baía do Guajará até a primeira bifurcação do curso de água, sendo realizada a caracterização físico-química e biológica nas águas superficiais e no sedimento das margens do igarapé Mata Fome. As coletas foram executadas em duas fases: a primeira (período chuvoso), na baixa-mar e a segunda (período de estiagem), na preamar. Nas águas superficiais, os parâmetros físico-químicos não apresentaram mudanças significativas, porém os resultados de oxigênio dissolvido variaram de 1,7 mg/L a 2,3 mg/L, no período chuvoso, e de 0,8 mg/L a 4,6 mg/L, no período de estiagem; valores relativamente baixos se comparados aos dos limites indicados pelo CONAMA nº 357/05. Os valores encontrados de DBO foram 1,5 mg/L a 10,2 mg/L no período chuvoso e 6,7 mg/L a 12,1 mg/L no período de estiagem. Esses resultados mostram uma tendência de depreciação da qualidade das águas do igarapé Mata Fome com concentrações fora dos padrões estabelecidos pelo CONAMA nº 357/05 em determinados trechos. Os resultados biológicos para coliformes para mínimo e máximo foram, respectivamente, de CT 11×10^4 a 11×10^7 , no período chuvoso e de 11×10^4 a 11×10^6 , no período de estiagem, o que indica forte ação antrópica no igarapé Mata Fome. Os valores de mínimo e máximo de CF $4,2 \times 10^3$ a 11×10^4 , no período chuvoso, e de $3,9 \times 10^3$ a $9,3 \times 10^4$, no período de estiagem, representam um risco potencial à saúde da população pelo lançamento de esgoto doméstico in natura no igarapé ou no solo, principalmente em épocas chuvosas em que ocorre lixiviação das excretas lançadas no solo, caracterizando IMPRÓPRIA para recreação de contato primário pelo seu comprometimento na qualidade sanitária, conforme CONAMA nº 274/00. Nos resultados parasitológicos, foram detectadas espécies de helmintos, como ovos de *Ascaris lumbricoides* e larvas de *Ancylostomídeos spp*, e de protozoários, como *cistos tetranucleados de Entamoeba spp*, *cistos de Endolimax nana* e *Giardia spp*. Essa situação caracteriza a área como fonte de infecção parasitária com sério problema de saúde pública ligado às precárias condições de saneamento básico. Os resultados obtidos nas amostras de sedimento mostram que as concentrações de fósforo total e nitrogênio amoniacal indicam forte ação antrópica no igarapé Mata Fome, com significativa influência de esgoto doméstico, além da água da chuva que carregam material orgânico para dentro do igarapé Mata Fome, sendo possível observar também a proliferação de organismos planctônicos no espelho do igarapé, alterando o ecossistema aquático. Nos exames parasitológicos do sedimento foram identificados helmintos, como ovos de *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura*, e larvas de *Ancylostomídeos spp*, e protozoários, como *cistos tetranucleados* e *octanucleada de Entamoeba ssp*, *Endolimax nana* e *Iso spora belli*. Para que a bacia hidrográfica do igarapé Mata Fome volte a ser um ambiente urbano saudável, é indispensável a elaboração de um projeto de intervenção urbanística pautado no desenvolvimento econômico local e na gestão ambiental urbana que leve em consideração a necessidade dos Planos de Gestão dos Recursos Hídricos das bacias hidrográficas de Belém integrados às políticas socioambientais (meio ambiente, educação, saneamento básico e saúde pública).

PALAVRAS-CHAVE: degradação ambiental, bacia hidrográfica, assentamentos informais, saneamento básico, igarapé Mata Fome.

ABSTRACT

The accelerated occupation of urban soil, as informal settlements, added to ineffective public policies and lack of basic sanitation, causes impacts on hydric resources, social welfare and consequently in the quality of life. This work focus on informal settlements along the hydrographic basin of Mata Fome stream, an expanding region in the city of Belém, the capital of the State of Pará. Nine points have been selected along this water stream, which means 1,45 Km in length, starting at its mouth at Guajará Bay until the first bifurcation of the water course, being carried out the physical -chemical and biological characterization in the surface waters and the sediment along the banks of Mata Fome stream. The sample collections were done in two phases: the first one (during the rainy season), during low tide, and the second one (dry season), during high tide. In superficial waters, the physical -chemical parameters did not present any significant changes, however the results for dissolved oxygen ranged from 1,7 mg/L to 2,3 mg/L, during the rainy season, and from 0,8 mg/L to 4,6 mg/L, during the dry season, values considered somewhat low if compared with the limits indicated by CONAMA n° 357/05. The values found for DBO ranged from 1,5 mg/L to 10,2 mg/L during the rainy season and from 6,7 mg/L to 12,1 mg/L during the dry season. These results showed a tendency for depreciation of quality of the waters of Mata Fome stream with concentration which did not meet the standards set by CONAMA n° 357/05 at certain passages. The biological results for minimum and maximum coliform were CT 11×10^4 to 11×10^7 respectively, during the rainy season and from 11×10^4 to 11×10^6 , in dry season, what indicates a strong anthropic action at Mata Fome stream. The maximum values for CF were $4,2 \times 10^3$ to 11×10^4 , during rainy season, and $3,9 \times 10^3$ to $9,3 \times 10^4$, in dry season, representing a potential risk to population health with the discharge of in natura of domestic sewer into the water stream or the soil, specially during the rainy season when leaching occurs from excretes thrown into the soil, characterizing IMPROPER for recreation of primary contact due to its jeopardized sanitary quality, according to CONAMA n° 274/00. The parasitological results, detected species of helminths, such as eggs of *Ascaris lumbricoides* and larvae of *Ancylostomídeos spp*, and of protozoans, such as mature cysts with nuclei of *Entamoeba spp*, cysts of *Endolimax nana* and *Giarda spp*. This situation characterizes the area as a source of parasitical infection with serious consequence to Public Health as a result of precarious conditions of basic sanitation. The results obtained from the samples of sediment show that the concentration of total phosphorus and ammonia nitrogen indicate strong anthropic action in Mata Fome stream with significant influence from domestic sewer, further to rain water which carries organic material into Mata Fome stream. It may also be observed the rapid multiplication planktonic organisms on the water plate, altering the water ecosystem. The parasitological exams of the sediment identified helminths, with *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* eggs, and *Ancylostomídeos spp* larvae, and protozoans, such as mature cysts with four and eight nuclei and octanucleada of *Entamoeba spp*, *Endolimax nana* e *Isospora belli*. In order to transform the hydrographic basin of Mata Fome stream into a healthy urban environment, it is important to elaborate a project of urban intervention based on local economic development and urban environmental management taking into consideration the need of Management Plans for the Hydric Resources of hydrographic basin of Belém integrated with socio environmental policies education and basic sanitation and public health).

KEYWORDS: environmental degradation, hydrographic basin, informal settlements, basic sanitation, Mata Fome Stream.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à vida, entretanto, com o aumento das concentrações populacionais e o “desenvolvimento econômico”, este recurso passou a sofrer fortes alterações físicas, biológicas e químicas devido aos usos diversificados e à contaminação por despejos domésticos e industriais.

Historicamente, o crescimento sem planejamento das cidades brasileiras contribuiu assustadoramente para a ocupação desordenada das populações de baixa renda em habitações precárias, muitas vezes localizadas em áreas de risco, sujeitas a inundações e deslizamentos. Estes espaços informais são geralmente desprovidos de infraestrutura, dentre outros os serviços de saneamento básico¹, proporcionando graves problemas de salubridade ambiental, situação que tem contribuído para a degradação do meio ambiente, sobretudo para a dos recursos hídricos.

Segundo Marion (2004) *apud* Viana (2007), pode-se entender a salubridade ambiental como a interação entre a sociedade e a natureza que resulta em um estado de qualidade ambiental. Como resultado do processo de transformação do meio ambiente pelo homem, pode surgir uma série de efeitos positivos ou negativos entre o meio antrópico e biótico.

Na América Latina, assim como em outras cidades do mundo, as favelas vêm avançando sobre as cidades formais. As classes proletárias que não possuem recursos para pagar os preços da terra legalizada encontram na favela uma alternativa para solução do problema da moradia. Infelizmente, o Brasil foi vagaroso na elaboração de políticas públicas eficientes para resolver com efetividade a questão da habitação de interesse social. Os últimos esforços sistematizados pelo Governo Federal nesse sentido foram o Sistema Financeiro da Habitação e o Banco Nacional da Habitação, instituídos em 1964. Entretanto, essas instituições não eram de atendimento restrito à classe baixa; atendiam, também, à classe média. Esse sistema foi desativado em 1986 e, a partir desse momento, a função de financiar a aquisição

¹ A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 define que saneamento básico é o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais que incluem: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

da casa própria foi atribuída à Caixa Econômica Federal (BIENENSTEIN, 2001 *apud* CERQUEIRA, 2007).

A cidade de Belém, área de estudo nessa pesquisa, foi fundada sobre uma porção de terra alta, na extremidade de uma península limitada pelo rio Guamá ao sul, pela baía do Guajará à oeste, pelo rio Maguari ao Norte, devido a uma estratégia militar da Coroa Portuguesa contra a invasão dos holandeses e franceses em terras da região norte do Brasil. O processo de formação geológica da região gerou duas unidades morfológicas no solo onde a cidade está localizada: as terras firmes com cotas entre 4 e 20 metros acima do nível do mar, e as planícies, alagáveis diariamente por pequenos rios que penetram no sítio com cotas de até 4 metros acima do nível do mar. Essas planícies são circundadas pelo rio Guamá, baía do Guajará e pequenos rios que cortam o continente.

É possível identificar na cidade dois grupos de ocupações e classificá-los de acordo com as especificidades geográficas do município: as baixadas e as invasões. As ocupações nas baixadas² ocorrem geralmente em áreas de planícies. Já as invasões localizam-se, em sua maioria, nas áreas de terras firmes (CARDOSO, 2007).

Segundo Trindade (1998), a periferia urbana de Belém, durante os anos 80, teve um crescimento populacional anual da ordem de 11,3%, principalmente em razão das invasões de terra que começaram a surgir a partir de 1970 e tiveram sua intensificação em 1980.

Nesse período, foram registradas na Região Metropolitana de Belém (RMB) aproximadamente 83 invasões em terrenos e cerca de 20 em conjuntos habitacionais, considerados acabados ou em fase de acabamento. Em um estudo realizado pela Companhia Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana (CODEM) em 1996, foram relacionados 180 assentamentos subnormais³, dos quais 22,2% refere-se a áreas de baixada e 87,8%, a áreas de invasão. Essa estimativa de população revelou que cerca de 89 mil pessoas moravam em áreas de baixada e 271 mil, em áreas de invasão (BELÉM, 2001).

² Áreas vulneráveis à ação das cheias, visto que a cota de alagamento da cidade de Belém é de 3,7 m acima do nível do mar.

³ O censo IBGE (2005) define aglomerado subnormal como o conjunto constituído por unidades habitacionais, ocupando ou tendo ocupado até o período recente, terrenos de propriedade alheia, dispostos em geral de forma desordenada densa e carente de serviços públicos essenciais.

A extensão desses assentamentos informais⁴, principalmente em áreas alagadas, foi incorporada ao tecido residencial urbano da cidade. Evidencia-se que essas ocupações nas áreas periféricas de Belém, apesar de precárias e sem acesso aos serviços básicos como água, esgoto, coleta de resíduos sólidos e drenagem, apresentam um posicionamento logístico significativo, pois estão próximas do centro da cidade.

Esses espaços apresentam condições mínimas de salubridade ambiental e formam verdadeiros cinturões de miséria. Isso reproduz vários problemas urbanos, como precariedade de infraestrutura e comprometimento das condições de habitabilidade desses moradores.

Segundo o IBGE (2000b), a cidade de Belém, com 1.428.368 habitantes e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,81, número considerado elevado pela média nacional, contudo possui várias áreas que não apresentam condições de infraestrutura urbana e sócio-econômico-ambiental. Essa necessidade é refletida pelo desequilíbrio ambiental dos rios e igarapés da cidade, que sempre foram os primeiros elementos do meio ambiente a receber os efeitos da produção de áreas urbanas, tais como assentamentos formais e informais.

Tendo em vista que a população de baixa renda em Belém não tem condições de integrar-se ao mercado imobiliário formal, passam a buscar outros espaços como alternativa de moradia, muitos considerados insalubres.

Em 2000 a cidade de Belém apresentava a segunda maior taxa de urbanização do Estado com 99,3 % e déficit habitacional urbano de 50,1%, superior a média nacional de 41,5%. Esses dados apontam a necessidade de programas habitacionais de interesse social que ofereçam à população de baixa renda alternativa de assentamento em locais adequados, providos de infraestrutura urbana e condições de higiene satisfatória à saúde da população, uma vez que o adensamento urbano contribui para a geração de habitações inadequadas, carência de infraestrutura e comprometimento da qualidade de vida dos moradores (IBGE, 2000b).

Dados do Mapa Social (2007) indicam que, em Belém, a acumulação da segregação social é de 31,7% da população abaixo da linha de pobreza⁵, ou seja,

⁴ Assentamento informal é qualquer assentamento irregular com uma forma não-convencional de produção de habitação e/ou propriedade e condições físicas irregulares. São chamadas favelas, invasões, assentamentos clandestinos ou pirata, cortiços, etc., dependendo da natureza da irregularidade ou forma de ocupação (CARDOSO, 2007).

⁵ Linha de pobreza é um nível oficial de renda necessário para adquirir os bens básicos que alguém

impedidos de ter acesso, entre outras coisas, a recursos básicos, como educação, saúde, trabalho remunerado, habitação saudável e meio ambiente seguro.

O processo de ocupação na área da Bacia Hidrográfica Mata Fome, área de estudo dessa pesquisa, localizada em Belém e situada no Distrito do Bengui, foi intensificado nos anos 80 sobre as margens do igarapé de mesmo nome, principalmente pela população de baixa renda. Essa ocupação é caracterizada pela carência de infraestrutura e pela presença de moradias precárias, o que compromete a saúde e o bem-estar dos moradores desse local (PGRU, 2000).

Dados do IBGE (2000b) mostram que as ocupações coletivas contribuíram para densidade de 4,9 habitantes por domicílio na cidade de Belém. Dados do PGRU (2000) indica que na área da Bacia Hidrográfica Mata Fome, com 56.637 habitantes, a densidade demográfica atingiu cerca de 4,38 hab/km². Esses dados indicam que o acelerado processo de ocupação do solo nesta área, principalmente na forma de assentamentos informais, somado à ausência de políticas públicas de habitação popular incisiva, proporcionou uma morfologia espacial tendendo a dificultar a implantação de serviços de infraestrutura urbana, principalmente os serviços de saneamento básico.

A carência da prestação dos serviços de saneamento básico e as ações antrópicas geram significativos impactos ambientais, principalmente nos recursos hídricos, conseqüentemente no igarapé Mata Fome, principal corpo hídrico da bacia Mata Fome. Essa situação tende a ser compartilhada por toda a sociedade, pois os impactos gerados pela disposição inadequada dos resíduos sólidos e esgoto doméstico “*in natura*” que atingem o corpo hídrico supracitado, contribuem para poluição ambiental.

Diante de tal quadro, questiona-se:

- Quais as principais causas e conseqüências da poluição do igarapé Mata Fome?
- Qual o estágio atual de degradação ambiental deste igarapé?
- O que se pode esperar da qualidade de vida do ser humano, com vistas à poluição das águas do igarapé?

Tendo em vista responder a esses questionamentos, busca-se estudar nesta pesquisa os riscos ambientais e sanitários do assentamento informal no igarapé Mata Fome e avaliar o nível de poluição de suas águas.

2 OBJETIVOS

Para o desenvolvimento desta dissertação foram abordados os seguintes objetivos:

2.1 GERAL

Realizar um estudo da degradação ambiental da área de abrangência do igarapé Mata Fome, localizado no município de Belém do Pará, a fim de avaliar as águas superficiais, sedimentos e as condições de saneamento.

2.2 ESPECÍFICOS

- Diagnosticar os serviços de saneamento básico, a saber, abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e drenagem das águas pluviais urbanas na área;
- Avaliar a qualidade das águas do igarapé Mata Fome, por meio de análises físico-químicas, biológicas e exames parasitológicos;
- Classificar a água superficial quanto à balneabilidade (recreação de contato primário), segundo a resolução CONAMA nº 274, 29 de novembro de 2000;
- Avaliar a variabilidade espacial e temporal da qualidade da água superficial do igarapé, através da determinação do índice de Qualidade de Água – IQA;
- Avaliar as características parasitológicas e químicas do sedimento às margens do igarapé Mata Fome; e
- Analisar a interface da gestão dos recursos hídricos e os serviços de saneamento, bem como as consequências para a saúde da comunidade.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo baseia-se no princípio da gestão dos recursos hídricos, na busca do planejamento do uso racional da água e em problemas a ela relacionados. Procura-se também, uma aproximação com o planejamento municipal, visto que os impactos negativos do desenvolvimento urbano e socioeconômico sobre os recursos hídricos podem ser muito significativos para qualidade de vida humana.

3.1 GESTÃO DOS RECURSOS HIDRICOS NOS CENTROS URBANOS

Uma bacia hidrográfica, conforme mostra a Figura 1, na concepção de Tucci (2000) é considerada como:

Área de captação natural de água, que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório. Em função de uma magnitude de possibilidades e escalas diferentes para programar uma ação governamental ou não sobre os rios, a bacia hidrográfica foi identificada como base e limites de intervenção.

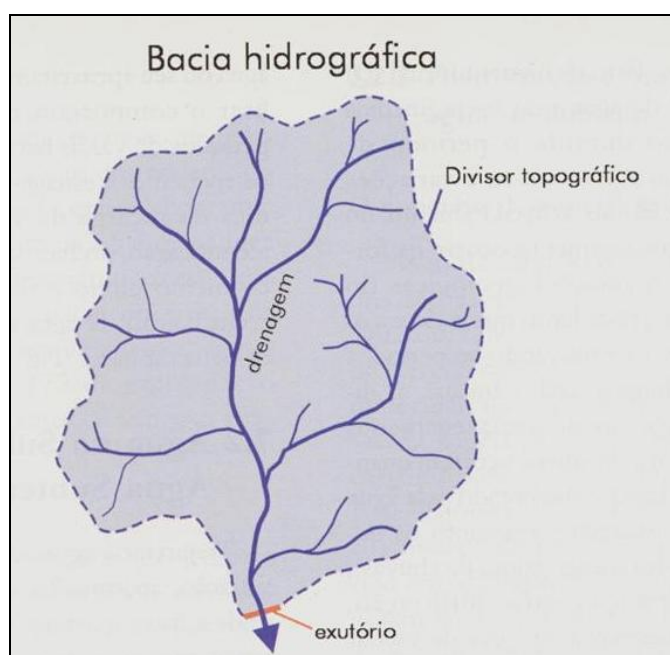


Figura 1 – Limites da bacia hidrográfica.
Fonte: Tucci (2000)

A água contida nas bacias hidrográficas esta em contínuo movimento e faz parte do ciclo hidrológico natural que se repete há milênios. Sendo responsável pela renovação das águas e pelo equilíbrio dos ecossistemas, ou seja, pela manutenção e preservação da vida na Terra.

As bacias hidrográficas, dentre outros aspectos, se constituem em unidades de planejamento do espaço territorial para os estudos de macrozoneamento ambiental e de zoneamento ecológico-econômico. Tais estudos são de grande aplicação atual e, portanto, de expressiva relevância para a compreensão do meio ambiente.

A industrialização trouxe consigo impactos para o meio ambiente urbano, principalmente, para os corpos hídricos aí presentes. Historicamente, a ocupação humana se deu às margens de rios e córregos; contudo, o desordenamento desta ocupação acarretou a degradação ambiental, culminando em corpos d'água poluídos e totalmente desconfigurados. A falta de um planejamento urbano atrelado a questões ambientais compromete a qualidade dos recursos naturais, já que não se respeita à capacidade suporte do recurso nem se considera a paisagem circundante do local para a instalação de empreendimentos (GEORGETTI, 2007).

Em pouco tempo, a paisagem nos centros urbanos foi sendo modificada. A vegetação foi removida para dar lugar a fábricas, casas, comércios, etc.; os rios, moldados de acordo com o interesse do momento: alguns foram canalizados, retificados ou aterrados, e as matas ciliares muitas vezes foram substituídas por assentamentos informais.

Segundo Cerqueira (2007), o crescimento sem planejamento das cidades brasileiras vem acompanhado do crescimento dos assentamentos informais compostos por populações de baixa renda. Diante da insuficiência de políticas públicas incisivas para a habitação de interesse social, a população desprovida de acesso a áreas consolidadas⁶ da cidade vê-se diante da alternativa de ocupar terrenos frágeis. Com as ocupações, criam-se espaços informais que precisam e devem ser recuperados, viabilizando sua consolidação. Esses assentamentos originam uma série de impactos no meio ambiente, sobretudo nos recursos hídricos, além de um grande contingente populacional vivendo sem saneamento básico, o que gera sérias consequências à saúde coletiva.

⁶ Consolidação é definida como a ação ou ato de unir ou amalgamar; combinação em um todo único; estabilizado (CARDOSO, 2007).

O crescimento desordenado não leva em conta os aspectos naturais dos locais ocupados. Resulta-se, assim, em cidades com ambientes naturais, em sua maioria, totalmente degradados, ocupações habitacionais em áreas de risco e ineficiência dos serviços públicos para saúde, educação, saneamento básico, transportes, entre outros. As alterações do meio natural urbano levam à perda da qualidade de vida e geram problemas econômicos como a desvalorização de áreas.

O Brasil possui quase 13% dos recursos hídricos superficiais do planeta. Uma vazão de 182.633 m³/s em 12 regiões hidrográficas que se concentra em 8.57 milhões de km² do território nacional. Este fato, nada desprezível, gerou uma sensação de abundância que retardou a tomada de consciência nacional sobre a escassez do recurso e desenvolveu, historicamente, uma cultura de uso abusivo de rios e lagos (ANA, 2002).

Os recursos hídricos são imprescindíveis para a sobrevivência humana e sua utilização é orientada pela normatização jurídica existente no Brasil. Esta prevê penas para as infrações concernentes à falta de autorização para o uso desses recursos ou, ainda, para seu uso indisciplinado, isto é, para os comportamentos que possam por em risco o direito público de acesso à água. Incumbe à sociedade e ao poder público a fiscalização pela correta observância à Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos.

A gestão de água é concebida através de métodos organizados, cujo objetivo principal é solucionar os problemas concernentes ao uso e ao controle dos recursos hídricos, atendendo, dentro de suas limitações econômicas e ambientais, e considerados os princípios de justiça social, à demanda de água pela sociedade, a partir das disponibilidades limitadas, previstas em estudos de investigação e diagnóstico.

A regulamentação sobre os recursos hídricos no Brasil teve início na década de 30 com a aprovação do Código das Águas, que se baseava num modelo centralizado e sob forte influência do setor elétrico. Seu objetivo principal era o cumprimento dos dispositivos legais, para o que foi elaborado várias legislações (leis, decretos e portarias) as quais concentravam o poder em entidades públicas de natureza burocrática. Somente a partir da Constituição Federal de 1988 (inciso XIX do artigo 21) foi estabelecido o marco legal para a implantação de um novo modelo de gestão dos recursos hídricos, de modo integrado, descentralizado, tendo a bacia

hidrográfica como unidade administrativa e órgãos colegiados, em diferentes níveis, como instâncias decisórias.

Considerando a estreita relação entre o uso do solo e seus reflexos na água, entende-se que o planejamento municipal deve se constituir em mais um instrumento de integração aos planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas, uma vez que é competência do município disciplinar o parcelamento e uso do solo, conforme a Constituição Federal de 1988.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, estabelecida pelo Ministério do Meio Ambiente, que regulamenta o artigo 21, estabelece em um de seus fundamentos a bacia hidrográfica como a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH). No Quadro 1 estão descritas as atribuições dos órgãos que compõem o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Órgãos	Atribuições
Conselhos	Subsidiar a formulação da Política de Recursos Hídricos e dirimir conflitos.
Ministério de Meio Ambiente - MMA/SRH	Formular a Política Nacional de Recursos Hídricos e subsidiar a formulação do Orçamento da União.
Agência Nacional das Águas - ANA	Implementar o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, outorgar e fiscalizar o uso de recursos hídricos de domínio da União.
Órgão Estadual	Outorgar e fiscalizar o uso de recursos hídricos de domínio do Estado.
Comitê de Bacia	Decidir sobre o Plano de Recursos Hídricos (quando, quanto e para que cobrar pelo uso de recursos hídricos).
Agência de Água	Sediar o escritório técnico do comitê de Bacia.

Quadro 1 – Principais atribuições do SNGRH no Brasil

Fonte: ANA (2002)

A implantação do SNGRH consiste em um dos principais desafios da PNRH, vencer este desafio requer tornar operacional o conceito de bacia hidrográfica, como unidade de planejamento e gestão.

Os planos diretores são também excelentes instrumentos de planejamento e através deles são identificadas e analisadas as características, atividades predominantes e vocações da região, bem como as situações problematizadas e potencialidades para, em conjunto com a sociedade organizada, determinar a forma de crescimento a ser promovida, seus instrumentos de implementação e os objetivos a serem alcançados.

Contudo, os planos diretores de recursos hídricos e planos diretores municipais (elaborado conforme o Estatuto da Cidade – Lei nº10.257/01) devem associar-se para melhor interação entre os planos de recursos hídricos e os planos de gestão do uso e ocupação do solo. Esta interação é importante tanto para controlar os processos de ocupação e degradação dos mananciais, como para evitar, ou atenuar, os problemas urbanos decorrentes do desequilíbrio do regime hidrológico (MARINATO, 2007).

A gestão de recursos hídricos objetiva assegurar a disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes e satisfatórias para a atual e para as futuras gerações. Baseada neste princípio, a gestão de recursos hídricos busca planejar o uso racional da água e criar medidas para minimizar problemas a ela relacionados. Para tanto, segundo Marinato (2007), é necessário aproximar-se do planejamento municipal, visto que os impactos negativos do desenvolvimento urbano e socioeconômico sobre os recursos hídricos podem ser muito significativos.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e intervenção, conforme preconiza a Lei nº 9.433/97 requer o desenvolvimento de modelos de planejamento e gestão ambiental específicos.

O Gerenciamento de Bacias Hidrográficas é o instrumento que, a longo prazo, orienta o poder público e a sociedade para utilização e monitoramento dos recursos ambientais naturais, econômicos e socioculturais, na área de abrangência de cada bacia, de forma a promover o desenvolvimento sustentável⁷ (MOTA, 1995).

Um fator essencial na prática da gestão é o planejamento territorial, cujos aspectos de uso e ocupação do solo representam pontos obrigatórios e estratégicos na estrutura da gestão dos recursos hídricos. Esta ação é associada a outras, destinadas ao gerenciamento de uma cidade na perspectiva da melhoria e da conservação de sua qualidade ambiental (interação harmônica dos componentes do meio ambiente) e, conseqüentemente, de uma melhor qualidade de vida.

Os instrumentos de gestão ambiental urbana⁸, ora praticados pelo poder público, não têm sido eficazes no controle da qualidade ambiental dos recursos

⁷ O IBGE (2004) descreve que o desenvolvimento sustentável procura integrar e harmonizar as idéias e conceitos relacionados ao crescimento econômico, à justiça e ao bem estar social, à conservação ambiental e à utilização racional dos recursos naturais. Para tanto, considera as dimensões social, ambiental, econômica e institucional do desenvolvimento.

⁸ Planos diretores, legislação urbanística, instrumentos para o exercício da função social da propriedade urbana, instrumentos de viabilização de projetos de renovação urbana (parcerias com o setor privado, incentivos fiscais, etc.), regularização fundiária e outros.

hídricos. Estes são sujeitos a atividades humanas difusas (agricultura) e concentradas (cidades e áreas industriais).

No Estado do Pará a gestão dos recursos hídricos exerce fundamental importância no equilíbrio paisagístico da floresta amazônica. A Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA) que é o órgão gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos é responsável pelo gerenciamento desse bem natural em 143 municípios. O Pará é considerado o segundo maior estado da Federação, com área territorial de 1.248.042 Km², abrangendo cerca de 16% do território brasileiro e 24% da região amazônica, no que se refere a sua riqueza hidrográfica.

O Núcleo de Hidrometeorologia/SEMA estuda a proposição 7 (sete) Regiões Hidrográficas no estado, conforme ilustra a Figura 2, idealizada para facilitar o processo de gerenciamento dos recursos hídricos. A divisão constituiu a base inicial para elaboração dos Planos Diretores de Recursos Hídricos, previstos na Lei Estadual nº 6.381, de 8 de Janeiro de 1997, que dispõe sobre Recursos Hídricos. No total, são 25 (vinte e cinco) sub-regiões hidrográficas distribuídas nessas regiões formando uma vasta rede hidrográfica, característica dos estados da região amazônica.

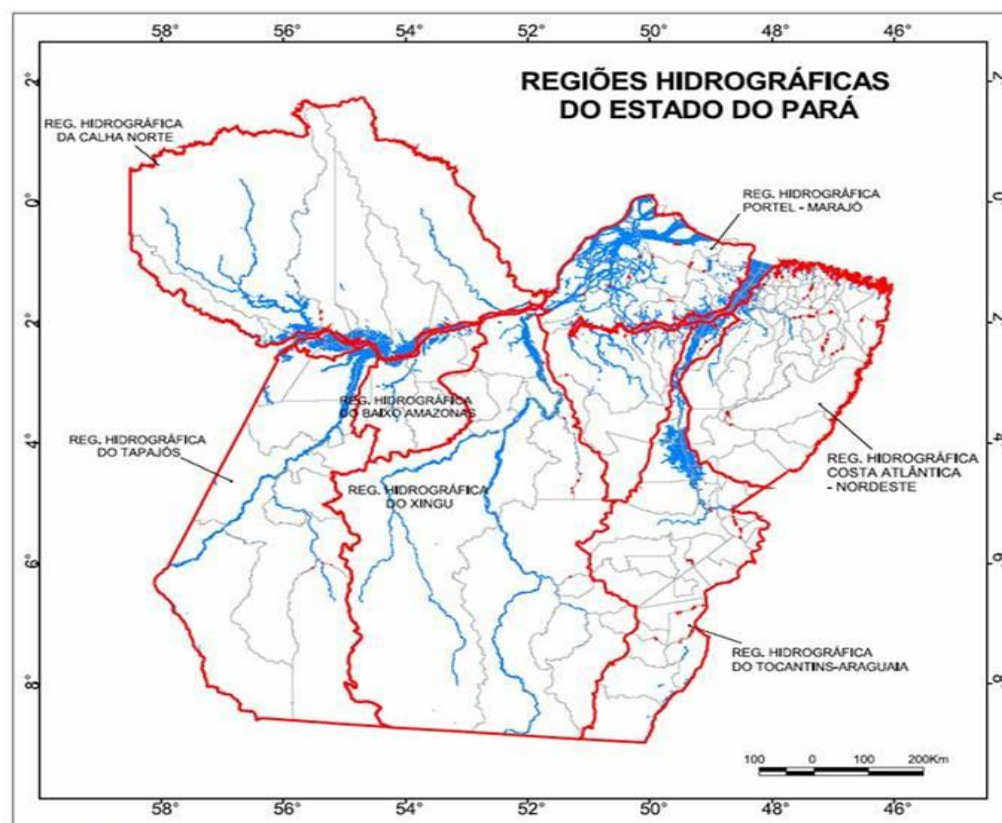


Figura 2 - Regiões Hidrográficas do Estado do Pará.
Fonte: NHM/SEMA (2007)

3.2 PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO EM BELÉM

A cidade de Belém é configurada por seu sítio, edificações, espaços abertos, lotes e ruas. Estes elementos físicos são observados em várias escalas de interface (tais como: edificação/lote, rua/lote, rua/quadra, bairro/cidade) que expressam ciclos de mudanças por meio de transformações contínuas, determinadas pelas circunstâncias culturais e socioeconômicas de grupos sociais, de acordo com leis intrínsecas que a morfologia urbana tenta identificar (MOUDON, 1997; LEVY, 1999 *apud* CARDOSO, 2007).

A produção do espaço urbano implementa vários graus de transformação. Naqueles onde se apresentam deletérios, ou seja, alterações substanciais na qualidade dos recursos naturais e nas condições sanitárias, produzindo insalubridade e afetando a saúde e a segurança das pessoas, dizemos que há degradação ambiental. Esse fenômeno é sempre resultado de um processo que tem como base as relações dos homens em sociedade e, em consequência disso, as formas de relação com a natureza (PENA FILHO, 1999).

Segundo Ribeiro (2004), o desenvolvimento urbano sem planejamento ambiental, observado em várias cidades brasileiras, vem trazendo significativos prejuízos à sociedade e, conseqüentemente, diminuição da qualidade de vida da população. Destaca-se que o aumento das concentrações urbanas em áreas insalubres influencia a deterioração do ambiente hídrico urbano. Em razão do despejo de esgotos domésticos e industriais e da disposição inadequada de resíduos sólidos, contaminam-se os cursos de água – rios, lagos, igarapés.

A cidade de Belém, devido ao intenso processo de ocupação da região desde o período colonial, experimentou a devastação da floresta de terra firme e de várzea. Igarapés e rios foram aterrados, desviados ou poluídos; os solos e o subsolo encontram-se comprometidos pelo uso e ocupação inadequados e as ilhas tiveram suas margens degradadas pela erosão (TRINDADE, 2005).

3.2.1 Características do município de Belém

O município de Belém, capital do estado do Pará, nasceu no vértice do estuário Guajarino, no ponto de encontro das influências marítimas da baía de Guajará e fluviais do rio Guamá.

Geograficamente, este município é localizado entre os paralelos $01^{\circ}27'20''$ S e $48^{\circ}30'15''$ SW Gr. É limitado ao norte pela baía do Marajó; ao leste, pelos municípios de Ananindeua, Santo Antônio do Tauá, Santa Bárbara e Marituba; ao sul, pelo município de Acará e ao oeste pelas baías de Guajará e Marajó. A cidade de Belém integra, juntamente com os municípios de Ananindeua, Benevides, Marituba e Santa Bárbara, a Região Metropolitana de Belém – RMB, apresentada na Figura 3.

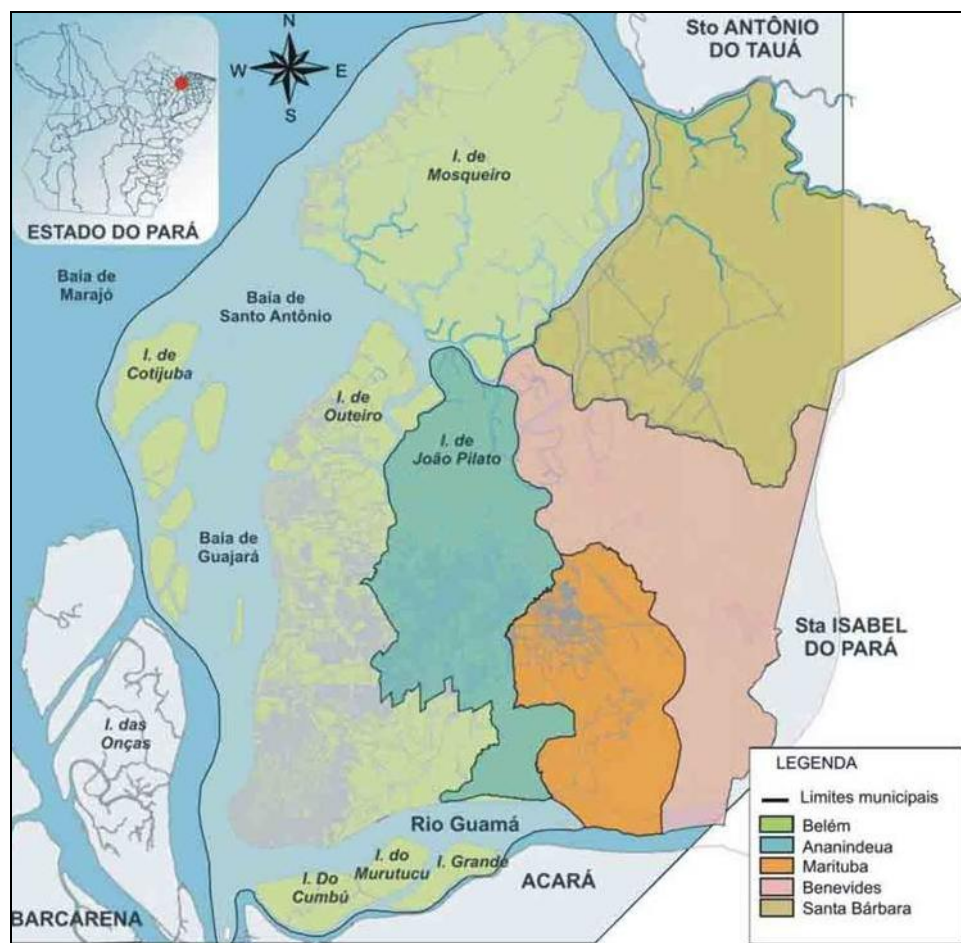


Figura 3 - Localização geográfica da RMB
Fonte: Pereira (2004)

De acordo como IBGE (2005), a RMB apresentava 2.042.530 habitantes no ano de 2005 distribuídos em uma área de 1.819 km², sendo 92,44% da população residente nos municípios de Belém e Ananindeua.

A cidade de Belém é considerada a maior cidade da Região Norte do Brasil e possui área de 505.823 Km² aproximadamente. É dividida em duas regiões: uma continental, com 173.786 Km² ou 34,4% da área total e outra insular (formada por 43 ilhas), com 332.036 Km² ou 65,6% da área mencionada.

Segundo estimativa do IBGE (2007), Belém possui cerca 1.408.847 habitantes, em 2000 a cidade apresentava 1.280.614 habitantes, o que equivale a 71,3% da população metropolitana. Desse total, 99,4% residem em sua porção urbana, o que representa uma taxa de urbanização bastante superior à observada para o conjunto da região norte, que é de 69,8%.

De acordo com o Plano Diretor Urbano de Belém de 1993, o núcleo urbano da cidade está dividido oficialmente em 71 bairros e é delimitado por espaços territoriais denominados Distritos Administrativos.

O Artigo 4º da Lei Municipal nº 7.682, de 05 de janeiro de 1994, considera distrito administrativo o agrupamento de bairros e/ou áreas limítrofes com densidade demográfica e funções urbanas, diversificadas ou não, de modo que reúnam as relações de integração funcional de natureza econômico-social e urbanização contínua, e peculiaridades a exigirem planejamento integrado, ação conjunta e permanente união de esforços para a execução de serviços públicos de interesses comuns e de caráter local (BELÉM, 2001).

A regionalização administrativa do município de Belém está territorialmente estruturada em 8 distritos administrativos: Guamá (DAGUA), Belém (DABEL), Sacramenta (DASAC), Entroncamento (DAENT), Bengüí (DABEN), Icoaraci (DAICO), Outeiro (DAOUT) e Mosqueiro (DAMOS). Na Tabela 1, são descritas as características dos distritos administrativos e na Figura 4 são apresentados os distritos administrativos do município de Belém e, respectivos setores fiscais/bairros.

Tabela 1 – Distritos administrativos do município de Belém

Distritos Administrativos	Área (km ²)	População	Densidade demográfica (hab/km ²)
DAMOS	220,641	27.896	126,43
DAOUT	111,395	26.225	235,42
DAICO	32,949	133.150	4.041,00
DABEN	33,688	237.303	7.044,08
DAENT	64,054	116.561	1.819,73
DASAC	15,291	249.370	16.308,18
DABEL	13,733	140.574	10.236,14
DAGUA	14,070	349.535	24.842,40
Total	505,823	1.280.614	2.531,74

Fonte: IBGE (2000b)

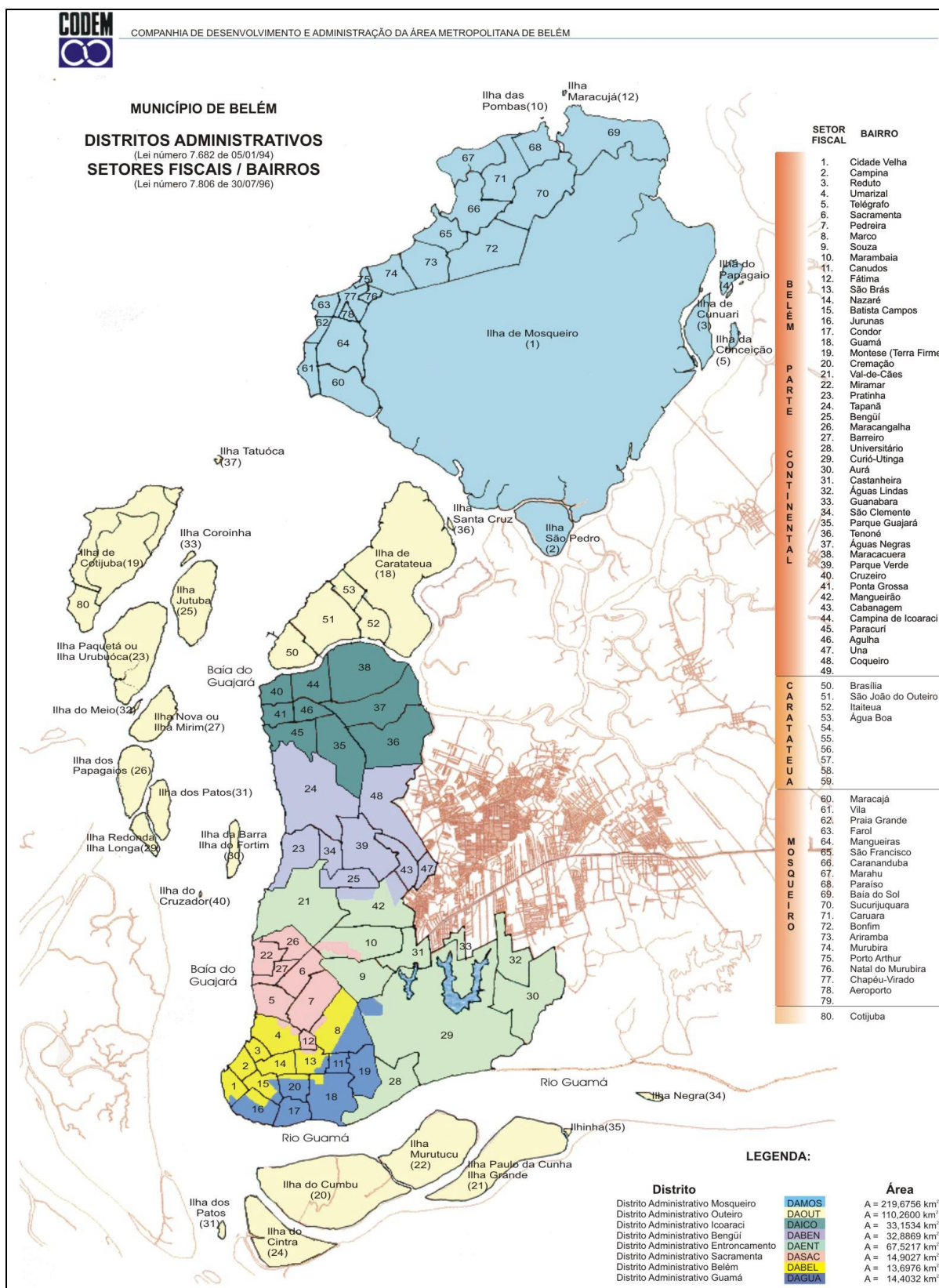


Figura 4 - Distritos administrativos do município de Belém e os setores fiscais/bairros
 Fonte: CODEM (2006)

O relevo de Belém apresenta-se plano a suave-ondulado na forma de baixos platôs, sem escapamentos, exceto no litoral. É caracterizado por um conjunto de canais recentes, paleocanais, furos, igarapés, paranás, meandros abandonados e lagos, e marcado por um complexo sistema de terra e água, com partes submetidas a inundações frequentes, tanto pelas águas das chuvas, como pelas águas das marés ou de equinócio. A topografia da cidade é pouco variável e baixa, atingindo 25 metros na Ilha de Mosqueiro (parte mais alta) a 4 metros nas cotas mais baixas (RIBEIRO, 2004).

Por se localizar pouco abaixo da linha do Equador, a cidade de Belém apresenta clima quente e úmido e pertence à zona climática *Afi* (classificação de Köppen). O clima assemelha-se ao de floresta tropical úmida, com ausência de estação fria, ventos constantes e muita chuva no período de dezembro a maio. A estação mais “seca” - período de estiagem - ocorre entre os meses de junho e novembro.

Segundo INMET (2007a), de 1961 a 1990, foram registradas na cidade de Belém temperaturas máxima de 33° C e mínima de 21° C, conforme apresentado no Gráfico 1.

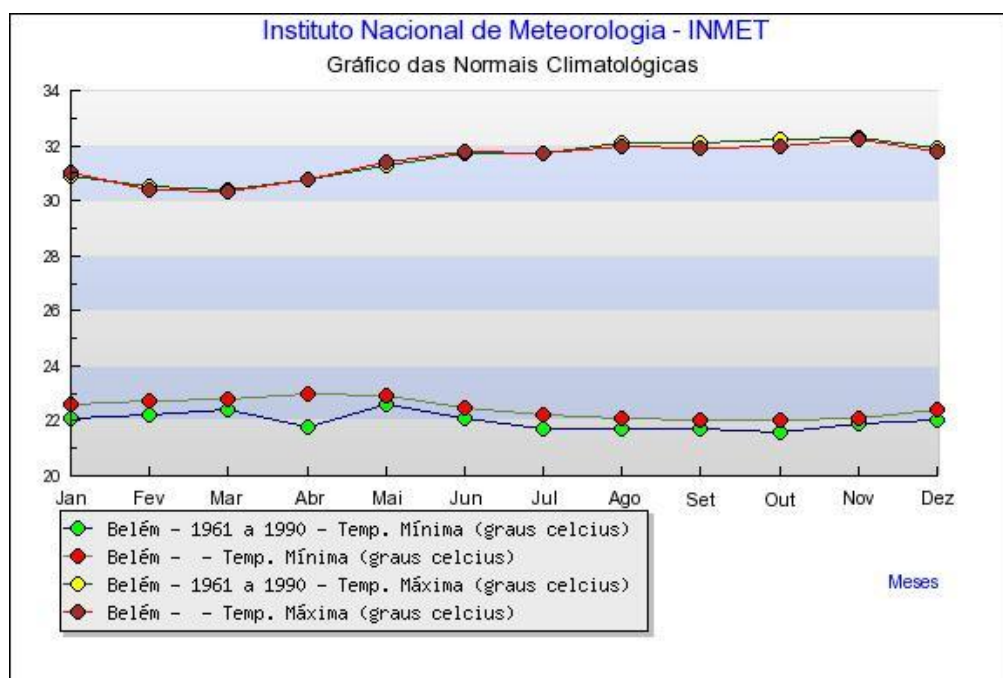


Gráfico 1 – Temperatura mínima e máxima na cidade de Belém, período de 1961-1990
Fonte: INMET (2007a)

A umidade relativa do ar é bastante elevada, atingindo máxima de 91% e mínima de 81%. Esses índices foram registrados no período supracitado, conforme apresentado no Gráfico 22.

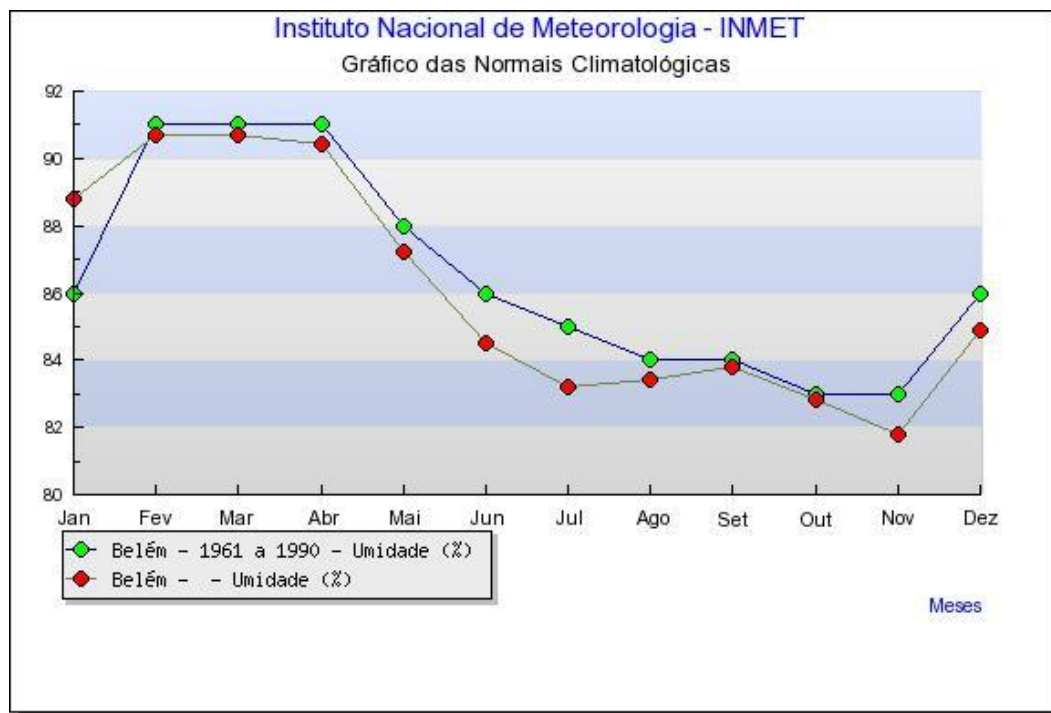


Gráfico 2 – Umidade relativa do ar na cidade de Belém, período de 1961-1990
Fonte: INMET (2007a)

Segundo dados de Ribeiro (2004), a precipitação em Belém pode variar de 2600 a 3200 mm/ano, favorecendo a formação de chuvas de convecção frequente nos finais da tarde ou princípio da noite. As chuvas não se distribuem de forma regular no espaço urbano, atingindo mais determinadas áreas do que outras, proporcionando o surgimento de microclimas.

A hidrografia do município caracteriza-se por estuarinas amazônicas com expressiva magnitude, devido a cidade de Belém ser entrecortada por rios, furos, igarapés, lagos, canais entre outros, além de sua própria localização na confluência entre o Rio Guamá e a Baía de Guajará. A Figura 5 apresenta a rede hidrográfica da Região Metropolitana de Belém.

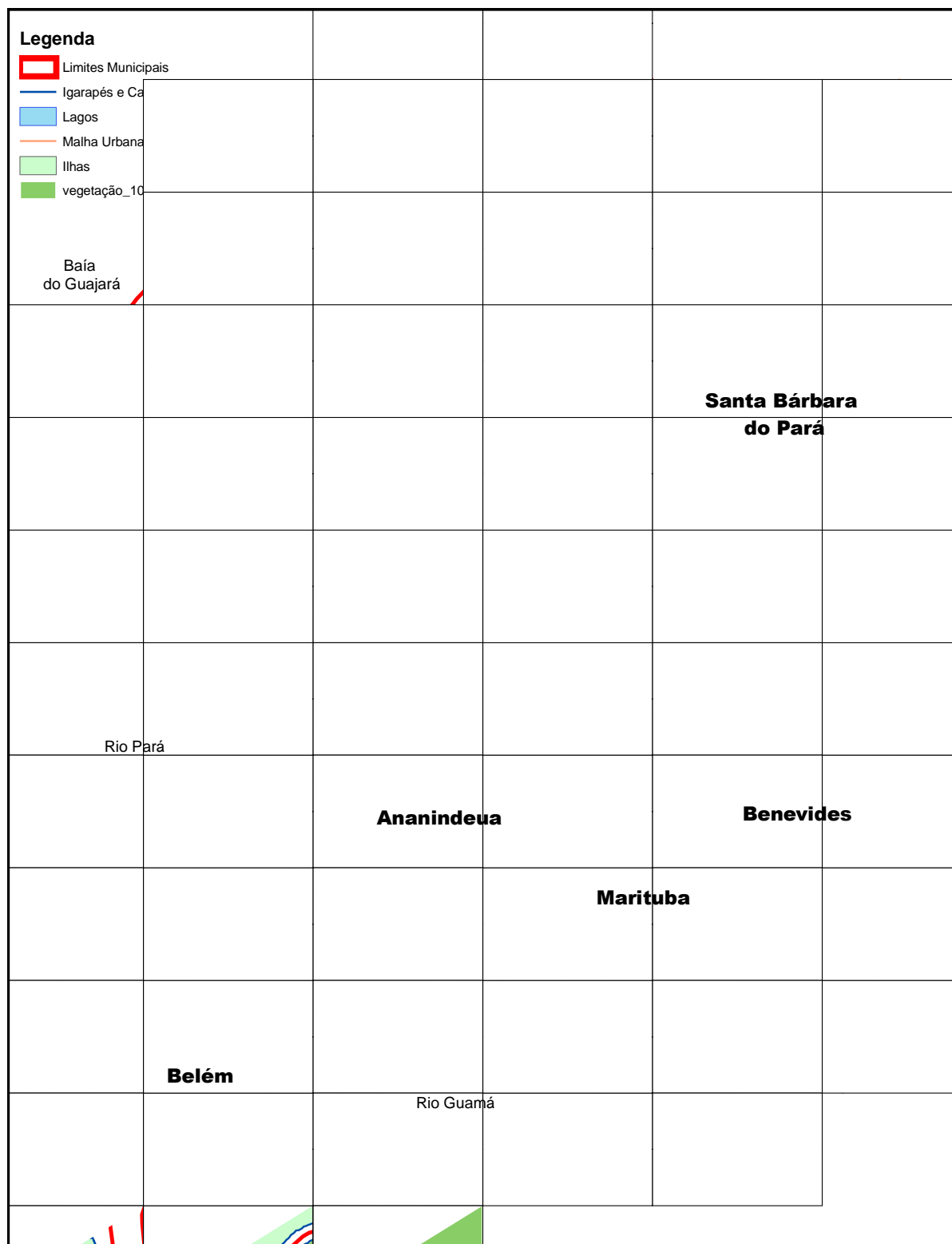


Figura 5 – Região Metropolitana de Belém com seus igarapés, lagos, ilhas, malha urbana e municípios
 Fonte: Sena (2006)

A fisiografia da área de Belém pertence a uma bacia sedimentar e pode ser simplificada por zonas de Terra Firme, com as cotas maiores que 14 m, e por zonas de Várzea, menores que 4 m. Nas zonas com cotas mais elevadas, predominam os

terrenos sedimentares do Quaternário (Pleistoceno e alguns terciários); constituindo níveis de concreções ou carapaças ferruginosas de areia ou argila. Nas zonas de baixadas, ocorrem sedimentos do Quaternário (Holoceno), compostos por argilas inconsolidadas. Algumas baixadas, com cotas de 4 m ou menos, têm terrenos fluviais inundáveis, sobretudo na época chuvosa ou durante a maré lançante. A vegetação das áreas de Terra Firme e de Várzea se distingue claramente pelas espécies que se adaptam a imposições ambientais diferentes, como a inundação das várzeas (RAMOS, 2002).

As duas áreas supracitadas são drenadas por sistemas de canais naturais, os quais, ao longo dos anos, foram complementados por canais artificiais construídos com a finalidade de esgotar as águas de terrenos alagadiços, formando assim, bacias de drenagem, ou bacias hidrográficas. Alguns de seus canais sofrem influência direta do rio Guamá e da baía de Guajará.

Com a finalidade de impedir o acesso direto dos volumes de águas produzidos nos períodos de preamar⁹, esses canais foram dotados de sistemas de comportas para assegurar a elevação máxima das águas em seu interior e no das terras baixas (BELÉM, 1985).

3.2.2 Evolução urbana em Belém

Assim como as demais cidades amazônicas, Belém se ergueu às margens de um rio, e por isso, desde sua fundação, em 1616, até a segunda metade do século XVIII, desenvolveu-se seguindo suas próprias margens. A expansão urbana de Belém deu-se no sentido norte-sul.

Segundo Trindade (2005), com base na caracterização dos usos, das formas de ocupação e da apropriação do espaço, é possível subdividir a orla fluvial de Belém em quatro zonas, a saber: a) orla sul, b) orla central, c) orla oeste, d) orla norte, conforme apresentado na Figura 6.

⁹ Maré alta (preamar) e maré baixa (baixamar)

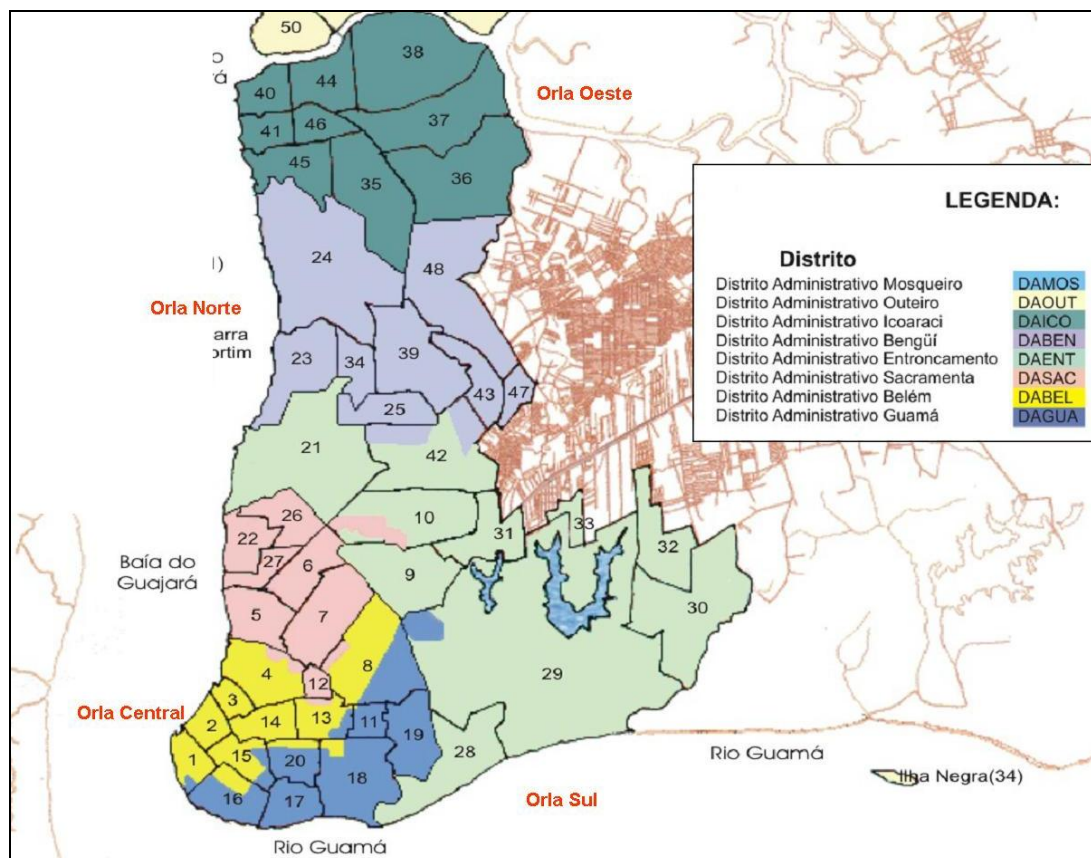


Figura 6 – Subdivisão da orla fluvial de Belém
 Fonte: adaptado de CODEM (2006)

Embora a ocupação privada predomine em quase toda a extensão da orla, ocorreu de maneira diferenciada, segundo a dinâmica dos agentes produtores do urbano. Isso produziu alguns espaços dotados de especialidades configuradas pela tipologia de usos apresentada, a saber: *orla sul*, de localização meridional na cidade e onde ainda predominam alguns traços “ribeirinhos”; *orla central*, que engloba o centro histórico e a principal área comercial e portuária da cidade, e onde se constata as principais ações de renovação urbana; *orla oeste*, que apresenta um intenso uso capitalista de larga escala, como indústrias e empresas de navegação, em uma área de expansão urbana em direção ao distrito de Icoaraci (área de expansão metropolitana); e a *orla norte*, de ocupação mais recente no contexto municipal, mas que acompanha em muito a caracterização da orla leste.

Historicamente, a cidade de Belém sempre apresentou um vínculo muito próximo com o elemento hídrico, levando a denominar de “ribeirinha” sua primeira fase de crescimento, a exemplo de várias outras cidades amazônicas surgidas antes do período das rodovias (MOREIRA, 1989 *apud* TRINDADE, 2005).

Essa tendência inicial possibilitou a organização espacial interna definida pelo papel econômico da cidade. Nesse caso, as vias flúvio-marítimas tornaram-se os principais meios de circulação até a abertura das rodovias na Amazônia, que modificou, sobremaneira, esse padrão de organização do espaço. Evidentemente que não se trata de uma mera alteração nas formas de circulação no espaço, mas de um novo momento da dinâmica econômica regional, cujo marco são as vias rodoviárias. Estas passaram a definir não só o espaço regional como um todo, mas, e principalmente, os espaços urbanos da Amazônia. No caso de Belém, essa dinâmica marca também o seu processo de metropolização (TRINDADE, 2005).

Segundo Moreira (1989) *apud* Trindade (2005) no princípio a cidade de Belém expandiu pela orla fluvial, para, em seguida, se interiorizar e se continentalizar, definindo as três primeiras fases do seu crescimento: a ribeirinha (da fundação da cidade em 1616 até meados do século XVIII); a de penetração ou interiorização (de meados do século XVIII a meados do século XIX); e a de continentalização (de meados do século XIX em diante)

A urbanização de Belém iniciou-se com a construção do Forte do Presépio em 1616, hoje chamado Complexo Feliz Luzitânia. Dominava estrategicamente os caminhos fluviais possíveis de ameaça a colônia e era utilizado pelos colonizadores portugueses em seus combates, os quais ampliavam seus territórios, exploravam e comercializavam as riquezas da região. Em 1627 foi doada pela coroa Portuguesa uma área de terra correspondente a 4.110 ha, que constituiu o patrimônio fundiário inicial da municipalidade, chamado *Primeira Léguas Patrimonial* (TRINDADE, 1998).

O início da década de 40 foi marcado pela ocupação da população de baixo poder aquisitivo nos terrenos com cota inferior a 4 metros (cota das máximas marés). Estas áreas ficaram conhecidas como “áreas de baixadas”. O dinamismo existente estava relacionado à proximidade do núcleo histórico da cidade e ao contato com a mais importante via de transporte então. A existência de atividades diversas, como a portuária e a industrial, ajudava a se fazerem presente, na orla fluvial de Belém, condições de externalidades positivas que o tornaram um bairro comercial e que, gradativamente, o inseriram na chamada área central de Belém (TRINDADE, 2005).

Por volta de 1950, ocorreu a consolidação da malha original do Centro Histórico, o Ver-o-Peso, nos atuais bairros da Cidade Velha e do Comércio. O crescimento ocorreu em função dos terrenos mais altos, em direção ao bairro de Nazaré, e na tentativa de ligar a área urbana ao longo do principal eixo rodoviário que

servia o município. Nessa época ocorreu, também, o início do fechamento das áreas institucionais, que pertenciam às bases militares e instituições públicas das quais constituíam o chamado “cinturão institucional” nos limites das terras demarcadas como *Primeira Léguas Patrimonial* (PEREIRA, 2003).

Segundo Trindade (1998), a nova dimensão do urbano belenense e a escassez de terrenos na Área Central colocaram o setor industrial da área central numa situação de perda gradativa de antigas funções, pois passaram a ficar distantes dos eixos rodoviários interurbanos. As indústrias novas já nascem descentralizadas, mas, em grande parte, não deixam de considerar a orla fluvial como uma das vantagens locais, como é o caso das indústrias que se instalaram na Arthur Bernardes, em direção ao distrito de Icoaraci.

Na década de 1960 terminou a consolidação da *Primeira Léguas Patrimonial*, com a ocupação das baixadas. Foi quando ocorreu a formação das primeiras periferias, ocupações de baixadas voltada para o rio Guamá e outras voltadas para a Baía do Guajará (PEREIRA, 2003).

No final do século XIX surgiu a *Segunda Léguas Patrimonial*, com a ultrapassagem do “cinturão institucional”, ou seja, a expansão da malha urbana para a Rodovia Augusto Montenegro (eixo Belém-Icoaraci) em direção a BR-316 e a Rodovia Mário Covas (antiga Estrada do Coqueiro, eixo Belém-Ananindeua). Nessas áreas, localizaram-se os primeiros conjuntos habitacionais apoiados pelo Sistema Financeiro de Habitação e pelo Banco Nacional de Habitação (TRINDADE, 1998).

No ano de 1995, a periferia foi configurada nas áreas de ocupações espontâneas, os quais começaram a ser construídos ao longo da Rodovia Augusto Montenegro. Além disso, registrou-se o crescimento do município de Ananindeua, fora do eixo principal, que é a BR-316, por meio de um processo de interiorização dos vetores perpendiculares dessa BR e de acesso ao complexo de conjuntos habitacionais Cidade Nova, a partir da rodovia do Coqueiro (PEREIRA, 2003).

Assim, a partir do momento em que foi registrada a valorização espacial das áreas de cotas mais altas, que se consolidaram como espaço ocupado por camadas sociais mais favorecidas economicamente, restou a procura por áreas que ainda não tivessem experimentado o processo de valorização urbana, ditas áreas de “baixadas” que surgiram como alternativa de moradia às classes mais carentes.

Segundo Silva (1997), no período de 1950 a 1980, observou-se em Belém, o processo de ocupação desordenada ou aglomerado subnormal, realizada pela

população carente, que assentou suas moradias em áreas alagadas ou alagáveis e nas calhas dos cursos d'água naturais, provocando problemas sociais de grandes dimensões, além da degradação ambiental das áreas ocupadas. Analisando esse período de ocupação, descreveu-se a ocorrência de pressão popular por novos espaços urbanos. Esta situação foi decorrente do êxodo rural que se constatou pela chegada dos grandes projetos na região a partir da década de 1970.

3.3 INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DAS BACIAS HIDROGRAFICAS DE BELÉM

As cidades de região Amazônica apresentaram um vínculo muito próximo com o elemento hídrico levando Moreira (1989) *apud* Trindade (2005) a denominar de “ribeirinha”, é por isso que essas localidades despertam grande cuidado no planejamento, ordenamento territorial, tipologia das habitações e mecanismos de infraestrutura.

3.3.1 Bacias hidrográficas do município de Belém

Na década de 1940, foi realizado o primeiro levantamento aerofotográfico do município de Belém. Tendo em vista a influência da Lei nº 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, apresentou-se, em agosto de 2000, uma nova delimitação para as bacias hidrográficas de Belém que constituía-se por 14 bacias: Paracuri, Cajé, Mata Fome, Val-de-Cans, Una, Reduto, Tamandaré, Estrada Nova, Tucunduba, Murutucu, Aurá, Anani, Pratiquera e Outeiro (MERCÊS, 1997).

Na Figura 7 e na Figura 8 são ilustradas as bacias hidrográficas do município de Belém, com exceção da bacia do Pratiquera.



Figura 7 – Imagens aérea do limites das bacias hidrográficas de Belém.
Fonte: Barbosa e Silva (2002)

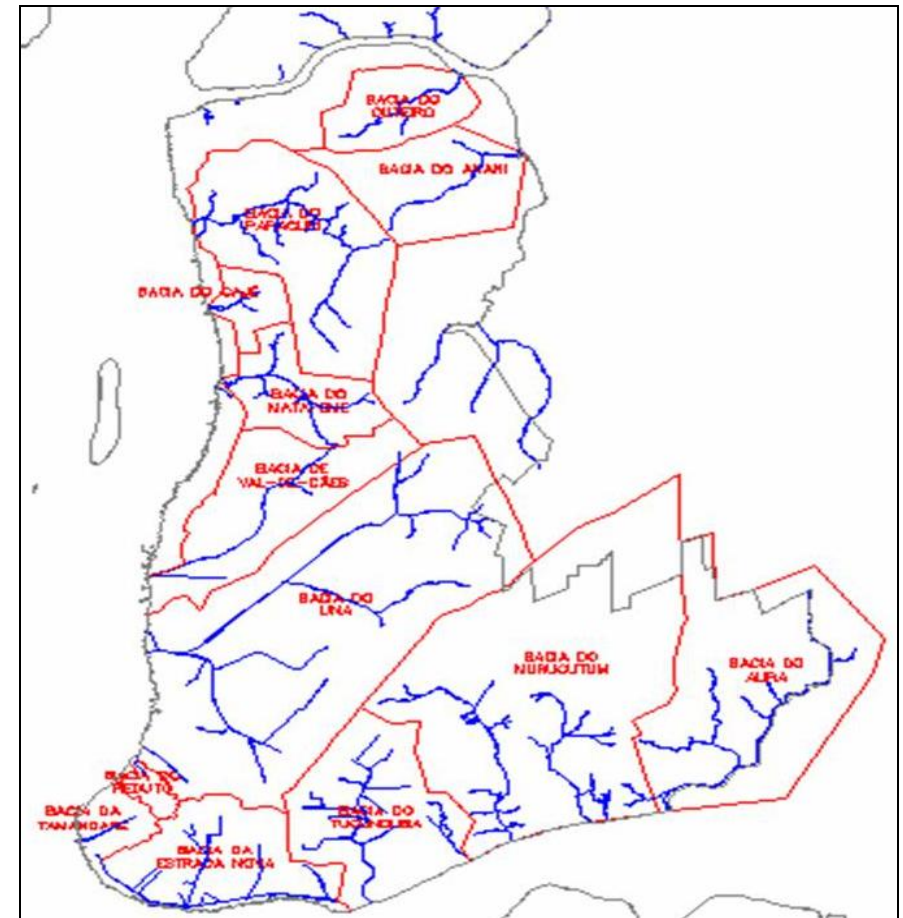


Figura 8 – Limites das bacias hidrográficas de Belém.
Fonte: SEGEPI/DEPI (2006)

No Quadro 2, são descritas as características das bacias hidrográficas do município de Belém, as quais deságuam no Rio Guamá ou na Baía de Guajará.

Bacia Hidrográfica	Descrição
Paracuri	Possui uma área total de 14,85 km ² . Abrange os bairros do Tapanã, Parque Guajará, Paracuri, Agulha e Ponta Grossa.
Cajé	Drena uma área de 5,82 km ² , abrange parte dos bairros da Pratinha, Tapanã, Parque Verde e São Clemente.
Mata Fome	Compreende uma área de 6,00 km ² . Abrange os bairros do Tapanã, Pratinha, São Clemente, Bengüí e Parque Verde.
Val-de-Cans	Possui uma área de 2,48 km ² . Abrange parte dos bairros de Miramar, Maracangalha, Val-de-Cans, Parque Verde e Pratinha.
Uma	Compreende uma área de 36,26 km ² . Abrange os bairros de São Brás, Umarizal, Marco, Barreiro, Fátima, Pedreira, Telégrafo, Sacramento, Miramar, Marambaia, Souza, Benguí, Maracangalha, Val-de-Cans e Mangueirão.
Reduto	Possui uma área de 0,96 km ² . Abrange os bairros: Reduto, Campina, e Umarizal.
Tamandaré	Compreende uma área total de 2,00 km ² . Abrange parte dos bairros da Cidade Velha, Batista Campos e Campina.
Estrada Nova	Possui uma área total de 9,64 km ² . Abrange os bairros da Condor, Jurunas, Cremação, parte de Batista Campos, Guamá, São Brás, Nazaré e Cidade Velha.
Tucunduba	Compreende uma área total de aproximadamente 10,55 km ² . Abrange os bairros de Canudos e Terra Firme e parte dos bairros do Guamá, do Marco e Universitário.
Murutucu	Possui uma área de 13,10 km ² . Abrange parte dos bairros do Souza, Curió-Utinga, Guanabara e Castanheira.
Aurá	Compreende uma área de 17,88 km ² e encontra-se nos limites entre Belém e Ananindeua. Abrange os bairros do Aurá, Curió-Utinga e Águas Lindas.

Anani	Sem descrição
Pratiquara – Ilha do Mosqueiro	Localiza-se no distrito administrativo de Mosqueiro – DAMOS. Corresponde à uma área de, aproximadamente, 2.000ha, distribuídos nos bairros do Murubira, Natal do Murubira, Porto Arthur, Chapéu Virado, Aeroporto, Farol, Praia Grande, Mangueiras, Vila, Maracajá e área rural.
Outeiro	Sem descrição

Quadro 2 - Características das bacias hidrográficas do município de Belém

Fonte: BELÉM (2000)

As bacias hidrográficas de Belém, em geral, são caracterizadas pela presença de populações de baixa renda em seu entorno. Estas ocupam as áreas alagadas, instalando assentamentos informais, o que gera transformação no ambiente natural, tais como:

- a) O comprometimento das águas dos corpos hídricos ocasionando a diminuição da vida aquática e a formação de zonas de detritos, favorecendo o assoreamento;
- b) A deficiência e/ou ausência de serviços públicos essenciais, principalmente o saneamento básico, que não acompanha este processo de ocupação do solo, causando poluição avançada nos corpos hídricos, principalmente pelo lançamento de esgotos domésticos e de resíduos sólidos nas suas margens;
- c) A crescente degradação ambiental dos corpos hídricos, interferindo diretamente na qualidade de vida da população aí residente, através de incidência de doenças infectocontagiosas e parasitárias.

3.3.2 Intervenções urbanísticas e ambientais em Belém

O ambiente urbano entendido como uma organização social complexa regida pela incerteza e pela possibilidade e construído pelo conjunto de relações que se estabelecem entre suas partes não se restringem apenas às relações entre suas medidas e seus materiais. Como ele não vale por si próprio, seu valor ou significado surge em função das relações estabelecidas com o entorno e com seus habitantes (RHEINGANTZ, 1990 *apud* ROSSETTO, 2003).

Variáveis sociais, econômicas, físico-espaciais e ambientais fazem parte deste complexo emaranhado de relações e demandas, o que requer planejamento e gestão para gerar espaços urbanos democráticos, socialmente justos e cujas condições físico-ambientais sejam adequadas (RHEINGANTZ, 1990 *apud* ROSSETTO, 2003).

Apesar das taxas de crescimento variarem consideravelmente de uma região para outra e de uma cidade para outra, na atualidade ocorre um crescimento mais acentuado nas regiões mais pobres e naquelas que estão passando por um processo rápido de ascensão econômica. Estas, muitas vezes não possuem infraestrutura suficiente para absorver o crescimento populacional e resolver os problemas da expansão descontrolada que se somam aos já existentes (RHEINGANTZ, 1990 *apud* ROSSETTO, 2003).

No caso brasileiro, um amplo diagnóstico foi efetuado a partir dos trabalhos da Agenda 21, que gerou o documento “Cidades Sustentáveis”. Neste evidencia o agravamento dos problemas urbanos e ambientais das cidades, decorrentes de adensamentos desordenados, ausência de planejamento, carência de recursos e serviços, obsolescência da infraestrutura e dos espaços construídos, padrões atrasados de gestão e agressões ao ambiente.

O processo de ocupação da orla fluvial de Belém, que ocorreu sem controle por parte do poder público desde os primórdios da colonização portuguesa, ficou à mercê das disputas do interesse privado relacionado às atividades mercantis e portuárias; fato que acabou por usurpar do cotidiano dos belenenses o contato direto com o rio e a baía que os circundam, deixando a população “a não ver navios” (TRINDADE, 2005).

Nos últimos anos, o poder público, tanto da esfera municipal como da estadual, buscam projetos de revitalização e recuperação de alguns segmentos da extensa orla de Belém. Estes projetos são denominados “*Janelas para o rio*” e objetivam,

sobretudo, possibilitar a contemplação do rio Guamá e da baía do Guajará, principais corpos d'água a emoldurar a porção continental do município.

Nesse contexto, o Estatuto da Cidade, definido pela Lei federal nº 10.257, 10 de julho de 2001, passou a direcionar as diretrizes gerais da política urbana em Belém. Nele fica explícita a necessidade de articular os instrumentos de planejamento e desenvolvimento como forma de intervenção no urbano, a fim de garantir as funções sociais da cidade. Para tanto, foram estabelecidas as normas de ordem pública e social que regulam o uso da propriedade urbana em prol da coletividade, da segurança e do bem-estar públicos, bem como do equilíbrio ambiental (OLIVEIRA, 2001 *apud* TRINDADE, 2005).

Assim, o Estatuto da Cidade retoma os princípios constitucionais da função social da propriedade e do bem-estar público e defende o equilíbrio ambiental para garantia da sustentabilidade urbana. Dele destacam-se as seguintes diretrizes: o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana e aos equipamentos comunitários. Nele defende-se, ainda, a complementaridade rural e urbana e o respeito à capacidade de suporte ambiental, social e econômica dos municípios.

A adoção do Estatuto da Cidade como instrumento de gestão urbana pelos municípios é um importante passo para alcançar o objetivo de garantir a justiça social, o crescimento econômico e a qualidade ambiental no território.

Os instrumentos de planejamento e desenvolvimentos citados a seguir possuem em seus conteúdos as orientações relevantes para o uso, controle e ordenamento do espaço urbano de Belém.

Segundo Belém (1993) *apud* Trindade (2005) o primeiro dos instrumentos a ser tratado é o Plano Diretor Urbano de Belém, que corresponde à Lei nº 7.603 de 13 de janeiro de 1993. Pode ser definido como instrumento indispensável para o exercício de uma política de planejamento e desenvolvimento urbano que visa a cumprir a função social da cidade e da propriedade imobiliária de fins urbanos, conforme previsto no Estatuto da Cidade. Deste documento, destacam-se, adiante, alguns objetivos específicos para orla de Belém:

- Promover a recuperação e a conservação das áreas públicas, resgatando-as para usos coletivos;

- Resgatar e valorizar a fisionomia e a visualização dos elementos peculiares à cidade de Belém, como o rio, a baía, os igarapés, as mangueiras e a paisagem construída, especialmente os elementos representativos do patrimônio histórico cultural;
- Enfatizar a recuperação da capacidade de ver e utilizar a orla do Rio Guamá e da Baía do Guajará pelo cidadão, resgatando, simbolicamente, as origens ribeirinhas de Belém;
- Resgatar áreas da orla fluvial de Belém para uso coletivo, com a criação e ampliação de “janelas” para o Rio Guamá e para a Baía do Guajará;
- Controlar a ocupação verticalizada nas áreas de baixadas e nas orlas fluviais, especialmente nas ilhas de Mosqueiro e Caratateua.

Outro documento de grande relevância para o desenvolvimento e ordenamento do espaço urbano é a Lei nº 2 de 13 de setembro de 1999, ou a Lei Complementar de Controle Urbanístico (LCCU). Esta lei dispõe sobre o parcelamento, a ocupação e o uso do solo urbano do município de Belém. No seu capítulo referente ao meio ambiente podem ser encontradas diretrizes bem articuladas com o objetivo proposto por esse texto em relação ao espaço da orla fluvial da cidade descrita. Os principais itens são:

- A maximização de áreas verdes, através da criação de praças, parques e estímulo à preservação de áreas intersticiais no tecido urbano;
- A orientação da expansão e verticalização da cidade de modo a assegurar melhor aproveitamento dos ventos gerais do continente e das brisas do rio Guamá e baía do Guajará;
- A eliminação de barreiras entre a cidade e a baía do Guajará e o rio Guamá, restabelecendo a circulação dos ventos.

O Plano Plurianual Municipal de Belém (PMB) é importante para compreender as estratégias de promoção do planejamento e desenvolvimento do espaço urbano, pois estabelece as ações prioritárias da gestão municipal em suas políticas públicas setoriais.

Os rios, sem dúvida, são os principais elementos naturais formadores da realidade socioeconômica amazônica, com os quais a população criou, ao longo do tempo, uma íntima relação simbólica e funcional, utilizando-os para contemplação, lazer, meio de transporte e meio de atividades econômicas. É em razão disso que o plano plurianual dispõe a intervenção urbanística: no afã de resgatar o contato entre a cidade e o rio, objetiva à criação de espaços públicos na orla (MARTINS, 2000 *apud* TRINDADE, 2005).

O Plano Plurianual Municipal do quadriênio de 2002/2005 foi estruturado a partir das decisões tomadas no Congresso da Cidade¹⁰. Destacam-se, dele, alguns programas e diretrizes específicas para a orla fluvial de Belém:

- Programa de reestruturação da orla fluvial – “Orla Viva”: este pretende dar continuidade à valorização da fisionomia da cidade, reintegração do rio ao convívio coletivo, estímulo ao uso para as atividades de cultura, lazer, tráfego e transporte, destaque à paisagem urbana e à qualidade ambiental.
- Programa “Transporte mais Humano”: neste, a mobilidade na cidade passa pela transformação da relação da cidade com o rio, através da consolidação do transporte fluvial municipal, bem como sua integração operacional com os demais modos: ônibus, automóveis e bicicletas;
- Programa “Rio Minha Rua”: que faz parte de um transporte com maior qualidade ambiental e possui ações que vão influenciar diretamente no espaço da orla, como é o caso da construção; manutenção e gerenciamento da infraestrutura portuária municipal; trapiches públicos e o Plano de transporte fluvial em consonância com o Plano de Desenvolvimento das Ilhas e com o Projeto da Orla de Belém;
- Programa “Belém, uma Capital Cultural Amazônica: cidadão como produtor social de cultura”: existe uma relação marcante com os propósitos deste trabalho, referindo-se ao forte nexos urbanístico de recuperação de praças, logradouros e monumentos públicos ligados a ícones da cultura local, como a praça Waldemar Henrique, o Ver-o-Peso, o Palacete Bolonha, o Mercado de São Braz e a própria Baía do Guajará, contemplada pelo Projeto Ver-o-Rio. (FRENTE BELÉM POPULAR, 2000 *apud* TRINDADE, 2005)

Outro Programa importante elaborado pela PMB foi intitulado “*Belém, Cidades das Águas*” que, com a temática *Desenvolvimento Urbanístico e Ambiental*, apresentou propostas de revitalização da orla como, abertura de janelas para o rio, valorização da orla de Belém e implementação do uso da orla para fins relacionados à educação ambiental e cultural de Belém, incentivando a geração de emprego e renda.

Em 2001, o governo municipal planejou implantar o Projeto “*Esse Rio é Minha Vida*”, incluindo a Bacia do Mata Fome, a partir da concepção do rio como elemento de gestão urbana, aconteceria em cooperação com o Programa de Gestão dos Rios Urbanos para América Latina e Caribe (PNUD/ALC) e com diversas entidades locais, como associações comunitárias, instituições, ONG’s e universidades. A Bacia do Mata Fome, área de estudo nesta pesquisa, localizada no Distrito do Bengüí era formada por

¹⁰ O Congresso da Cidade significou um processo socialmente construído e articulado com a sociedade civil organizada e o cidadão em geral, garantindo o planejamento participativo nas ações para as políticas públicas municipais.

12 ocupações e mais de 4.000 famílias foi selecionada com a proposta de melhorar a qualidade de vida das comunidades periféricas. Estas, devido ao crescimento populacional, começaram a se instalar às margens do igarapé Mata Fome, o que acarretou na degradação do meio ambiente e na poluição do recurso hídrico. O projeto-piloto com as propostas do Programa de Desenvolvimento Sustentável para esta área não se realizou, agravando, ao longo do tempo, os problemas ambientais do local.

Dentre os projetos de intervenções urbanísticas e ambientais realizados e/ou em elaboração nas bacias hidrográficas em Belém até o presente estudo, destacam-se: o Programa de Recuperação da Bacia do Una, o Projeto Macrodrenagem da Bacia do Tucunduba e o Projeto “Portal da Amazônia”.

A Bacia do Una é a maior bacia hidrográfica de Belém e corresponde a 40% da área continental da cidade. O Programa de Recuperação da Bacia do Una, iniciado em 1992 e finalizado em 2005, atendeu 543.543 habitantes, por meio de ações de saneamento básico em 16 bairros de Belém. Baseou-se em instalação de micro e macrodrenagem, obras complementares de aterramento, pavimentação de vias, esgotamento sanitário, abastecimento de água, coleta e transporte de resíduos sólidos, além de educação ambiental. Esse projeto foi considerado como o mais significativo pelas ações de saneamento ambiental realizado na América Latina. Foi financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento e pelo Governo do Estado do Pará.

O Projeto de macrodrenagem da Bacia do Una estabeleceu a retificação de 16 canais, com abertura de novas vias em suas margens visando à recuperação de áreas inundáveis nos períodos chuvosos ou de maré alta. Essas áreas, conhecidas como "região de baixadas", abrangem nove bairros da cidade e são habitadas em sua maioria por famílias carentes, onde o ambiente é considerado insalubre para moradia.

Nas Fotografia 1 e a Fotografia 2 são demonstrados, respectivamente, o Canal Visconde de Inhaúma (à montante da Tv. Vileta com a Tv. Mauriti), antes e depois das ações de intervenção urbanística e ambiental. A população dessa área vivia em condições precárias, o que era representada por ambientes insalubres, cujo sistema viário era deficiente, e onde as ruas passavam sobre estivas; sendo, assim, desprovidas de rede de esgoto e de água.



Fotografia 1 – Canal da Visconde de Inhaúma, antes da intervenção urbanística na Bacia do Una.

Fonte: Pereira (2002b)



Fotografia 2 – Canal da Visconde de Inhaúma, depois da intervenção urbanística na Bacia do Una.

Fonte: Pereira (2002b)

A Bacia do Tucunduba é composta por 13 canais, sendo considerada a segunda maior bacia de Belém, com 10,55 Km², com população estimada em 246.485 habitantes (IBGE, 2000b). Nesta área está planejado o Projeto da Macrodrenagem da Bacia do Tucunduba que abrange três distritos administrativos: DAGUA, DABEL e DAENT.

O igarapé Tucunduba é o principal curso hídrico da bacia supracitada, com 3.600 metros de extensão, sendo responsável por grande parte dos alagamentos dos terrenos localizados na baixada do bairro do Guamá.

Esse projeto de macrodrenagem e reurbanização, iniciado em 1998 ainda não foi totalmente finalizado, faz parte do Programa "Gestão dos Rios Urbanos: Belém Cidade dos Rios", e foi selecionado pelo Programa Gestão Urbana da Organização das Nações Unidas - coordenado mundialmente pelo Centro das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (CNUAH/HABITAT) - e financiado pela Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU).

Nas Fotografia 3 e a Fotografia 4 são apresentadas, respectivamente, o igarapé Tucunduba, antes e depois das ações de intervenção urbanística:



Fotografia 3 – Igarapé Tucunduba, antes da intervenção urbanística.
Fonte: Lisboa e Mello (2003)



Fotografia 4 – Igarapé Tucunduba, depois da intervenção urbanística.
Fonte: Lisboa e Mello (2003)

O Projeto de Recuperação Urbana e Ambiental intitulado “*Portal da Amazônia*” encontra-se em fase inicial de implantação, desenvolvido pela PMB, elaborado com objetivo de revitalizar a orla fluvial do rio Guamá (Avenida Bernardo Sayão) e da bacia da Estrada Nova.

A Bacia Estrada Nova é composta por 11 canais é considerada a terceira maior bacia hidrográfica de Belém, com 13.430 metros de extensão, conta com uma população de aproximadamente 500.000 habitantes, englobam os bairros Condor, Jurunas, Cremação, Guamá, Nazaré e parte de Batista Campos. No projeto serão realizadas várias intervenções urbanísticas financiadas pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento, via Programa de Assistência Técnica – PAT/PRO-SANEAE, do Governo Federal.

A Fotografia 5 e a Fotografia 6 mostram, respectivamente, a Vila dos Santos e as moradias às margens do rio Guamá que serão beneficiadas com o projeto, na Bacia da Estrada Nova.



Fotografia 5 – Vila dos Santos, Bacia Estrada Nova.

Fonte: RIMA (2006)



Fotografia 6 – Moradias nas margens do rio Guamá, Bacia Estrada Nova.

Fonte: RIMA (2006)

Em 2007 o Governo Federal lança o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), Saneamento e Urbanização de Favelas, com investimento do Governo Federal e Estadual, que prevê vários projetos de infraestrutura, habitação, macrodrenagem e ações sociais para a cidade de Belém. Dentre as melhorias planejadas, estão relacionadas às seguintes obras:

- Ampliação do sistema de abastecimento de água nos bairros: Jardim Sideral e Cordeiro de Farias.
- Construção de estação de tratamento de esgoto para a área central e ligações domiciliares nos bairros Marambaia e Guanabara (proteção do principal manancial de água de Belém - lagos Bolonha e Água Preta).
- Erradicação de palafitas e urbanização integrada: Riacho Doce/Pantanal - 2ª e 3ª etapa, Comunidade Pantanal – Mangueirão, Igarapé Taboquinha – Cubatão, Comunidade Pratinha - Distrito de Icoaraci, Comunidade Fé em Deus, Bacia do Paracuri, Portal da Amazônia, Vila da Barca - 3ª etapa, Estrada Nova (bairros Jurunas, Cidade Velha e Batista Campos) e Bacia do Tucunduba - 2ª etapa.

O Governo Estadual incluiu também os projetos da área da bacia do Tucunduba como prioridade, garantindo mais de R\$ 50 milhões em recursos para a conclusão do trabalho, que está paralisado sob a gestão da Prefeitura Municipal. Estima-se que mais de nove mil famílias de baixa renda, cerca de 45 mil pessoas serão beneficiadas pela conclusão das obras já iniciadas (AGÊNCIA DO PARÁ, 2007).

3.3.3 Características da Baía do Guajará

A cidade de Belém é banhada ao sul pelo rio Guamá, que desemboca na baía do Guajará, ou estuário do Guajará. Esta é formada pelos rios Guamá e Acará.

A baía do Guajará margeia a orla fluvial do município de Belém em toda sua extensão oeste, o que compreende as orlas dos distritos de Mosqueiro, Outeiro, Icoaraci, Bengüí, Sacramenta e Belém, no sentido norte-sul. Possui forma alongada e estreita, estando comprimida entre terras continentais e Ilhas fluviais (ilha das Onças, Arapiranga, Cotijuba, Jararaca, Mirim, Paquetá-Açu e Jutuba). Comunica-se com a baía do Marajó e sofre influência direta das águas do oceano Atlântico. Apresenta águas barrentas, que são salobras durante o período de estiagem (BELÉM, 2001).

A baía do Guajará conta com largura de 3 a 4 km. Em conjunto com o rio Guamá recebe efluentes de, aproximadamente, 30 km de drenagens naturais; algumas destas transformadas em canais que cortam a zona urbana de Belém (BELÉM, 2001).

A superfície das águas na baía do Guajará caracteriza um sistema relativamente agitado, mesmo em condições de ventos fracos, devido à ação das correntes de marés. É frequente a presença de ondulações irregulares, definindo claramente o regime de fluxo turbulento. Com a maré vazante e o vento geral (N-NE, mais forte durante as tardes), formam-se ondas de até 1,5 m. Apesar de forte imposição das correntes e das marés, as ondas geradas pelos ventos representam um importante agente na

dinâmica do estuário Guajarino. Nas marés de sizígia¹¹ e nas enchentes, as correntes atingem velocidades máximas à cerca de 1 m da superfície; sendo comuns velocidades de 2,10 m/s, normalmente 3 horas após a estufa de baixa-mar (RAMOS, 2002).

Na

¹¹ Nas luas nova e cheia, as forças gravitacionais do Sol estão na mesma direção das da Lua, produzindo marés mais altas, chamadas *marés de sizígia*. Nas luas minguante e crescente as forças gravitacionais do Sol estão em direções diferentes das da Lua, anulando parte delas, produzindo marés mais baixas chamadas *marés de quadratura*.

e na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são ilustradas, respectivamente, a baía do Guajará margeando a orla fluvial de Belém e as bacias hidrográficas que deságuam nessa baía



Figura 9 – Baía do Guajará, município de Belém.
Fonte: Ortofotos (1998)

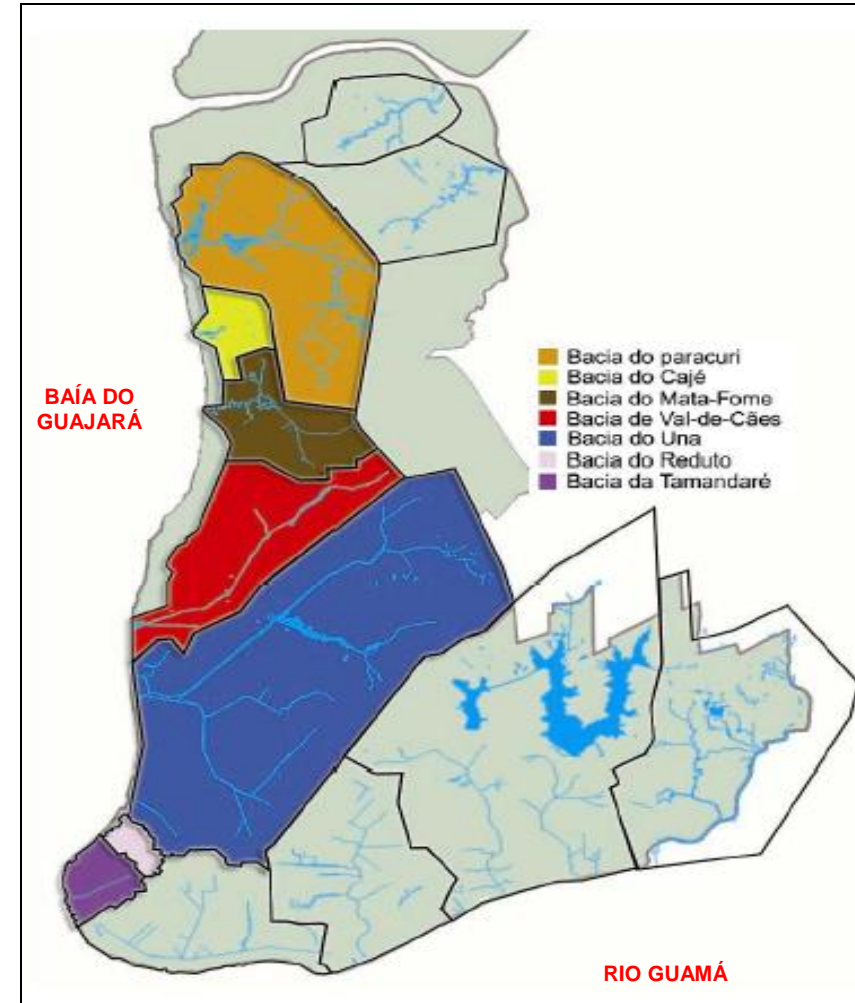


Figura 10 Bacias hidrográficas que deságuam na baía do Guajará.
Fonte: Barbosa e Silva (2002)

3.3.4 A qualidade das águas da Baía do Guajará

Hoje a expansão urbana, industrialização, agricultura e pecuária intensiva e, ainda, a produção de energia elétrica – que estão estreitamente associadas à elevação do nível de vida e ao crescimento populacional, sobretudo a partir de meados do século XX – passaram a explorar de forma mais intensa os recursos naturais, em particular os de ambiente aquático. Em paralelo ao processo de desenvolvimento e crescimento populacional, contribuem para a poluição dos cursos d'água, comprometendo sua qualidade e quantidade (VON SPERLING, 2005).

O processo de urbanização ordenado raramente é induzido por alguma política governamental. Geralmente, o processo ocorre de modo descontrolado, forçando as cidades a abrigarem um número de pessoas superior ao de sua capacidade, o que dá origem a inúmeras implicações ao meio ambiente. Destacam-se algumas das alterações decorrentes das atividades antrópicas: o desmatamento, mudanças no relevo topográfico e no regime hidrológico, impermeabilização do solo, modificações ou destruição de ecossistemas, poluição ambiental e o comprometimento da saúde pública (MOTA, 1995).

Segundo Jordão (2005) a poluição ambiental é o modo mais pernicioso da degradação do meio ambiente natural, porque atinge mais diretamente o ar, o solo e a água. No caso da poluição hídrica, o lançamento indiscriminado de dejetos sem tratamento nos esgotos pode causar vários inconvenientes tanto de caráter ambiental quanto de saúde pública.

Como exemplo, pode-se citar a deficiência dos serviços de saneamento básico. O principal corpo receptor dos esgotos da rede oficial de Belém, a baía de Guajará, recebe os resíduos, na condição “*in natura*”, a partir da estação de bombeamento de esgotos do Una, o que representa um volume diário de 18,29 m³/dia (BELÉM, 1997 *apud* RIBEIRO, 2004).

Contudo, algumas intervenções de macrodrenagem nas bacias hidrográficas de Belém, aliadas às obras de saneamento básico têm sido desenvolvidas para minimizar essa realidade. Na Tabela 2 e na Figura 11 são demonstrados, respectivamente, as intervenções do poder público nas bacias hidrográficas da cidade e as intervenções em obras de saneamento básico para as mesmas.

Tabela 2 - Intervenções do poder público com ações de saneamento básico nas bacias hidrográficas que deságuam na baía do Guajará.

Bacia Hidrográfica	Intervenções	População (Hab)		Beneficiada por Bacia por Projeto (%)	Eficiência do Sistema (%)
		Estimada ⁽¹⁾	Atendida		
Cajé	-	14.653	-	-	-
Paracuri	-	110.438	-	-	-
Mata Fome	-	56.637	-	-	-
Val-de-Cans	PROSANEAR (Setor Benguí)	70.001	23.301 ⁽²⁾	33,3%	70% redução de DBO
Una	Projeto Una (integral)	449.986	145.700 ⁽²⁾	32,4%	50% redução de DBO
			13.752 ⁽³⁾	3,1%	-
	PROSEGE (Marambaía / Guanabara)		80.061 ⁽⁴⁾	17,8%	Lançamento do esgoto <i>in natura</i>
			35.540 ⁽⁵⁾	(+) 7,9%	Lançamento <i>in natura</i>
	PROSANEAR (Setor Benguí / Setor Coqueiro)		14.642 ⁽²⁾	3,3%	70% redução de DBO
			24.079 ⁽²⁾	5,4%	70% redução de DBO
Bacia do Una (Total)		278.234	60%		
Reduto	Intervenção de 1906 a 1987 (somente rede coletora com lançamento <i>in natura</i>)	20.759	20.759 ⁽³⁾	100%	Lançamento do esgoto <i>in natura</i>
Tamandaré		25.619	25.619 ⁽³⁾	100%	Lançamento do esgoto <i>in natura</i>

⁽¹⁾ população estimada baseada nos censos populacionais do IBGE 2000
⁽²⁾ população atendida com sistema de coleta e tratamento de esgoto
⁽³⁾ população atendida com rede coletora sem tratamento
⁽⁴⁾ considerada apenas a etapa de coleta. A etapa de tratamento não está concluída
⁽⁵⁾ efluente coletado na bacia do Murutucu e lançada da bacia do Una
(+) percentual de carga que, após passar por tratamento, será lançada na bacia do Una.

Fonte: Barbosa e Silva (2002)

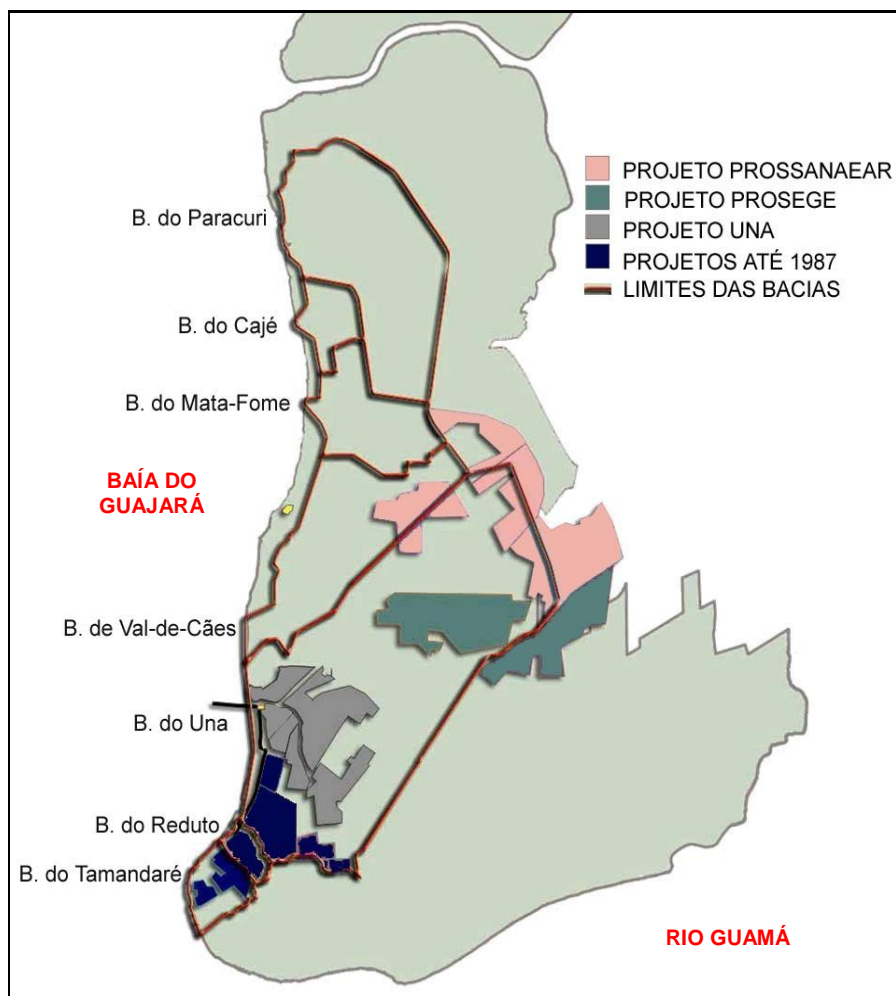


Figura 11 - Intervenções de saneamento nas bacias hidrográficas de Belém.
 Fonte: Barbosa e Silva (2002)

Tomando como base a estimativa da carga orgânica poluidora lançada diariamente na baía do Guajará, nos estudos realizados por Barbosa e Silva (2002) avaliou-se o potencial de degradação ambiental decorrente do destino dos esgotos domésticos nas áreas de drenagem das bacias hidrográficas do Paracuri, Cajé, Mata Fome, Val-de-Cans, Una, Reduto e Tamandaré. A Tabela 3 apresenta a estimativa da carga orgânica gerada nas bacias hidrográficas que deságuam na baía do Guajará.

Tabela 3 - Estimativa da carga orgânica gerada nas bacias hidrográficas que deságua na Baía do Guajará.

Bacias	População ⁽¹⁾	Vazão (m ³ /dia)	Carga orgânica		
			Gerada ⁽²⁾ (ton/dia DBO)	Reduzida ⁽³⁾ (ton/dia DBO)	Total ⁽⁴⁾ (ton/dia DBO)
Cajé	14.653	3.106	0,8	-	0,8
Paracuri	110.438	23.413	6,0	-	6,0
Mata Fome	56.637	12.007	3,1	-	3,1
Val-de-Cans	70.001	14.840	3,8	0,9	2,9
Una	449.986	95.397	24,3	5,4	18,9
Reduto	20.759	4.401	1,1	-	1,1
Tamandaré	25.619	5.431	1,4	-	1,4
Total		158.596	40,4	6,3	34,2

⁽¹⁾ população estimada baseada nos censos populacionais do IBGE 2000.

⁽²⁾ Estimativa da carga de DBO (média de 260 mg/L) gerada diariamente nas bacias hidrográficas não considerando as intervenções do poder público.

⁽³⁾ Redução da carga poluidora decorrente das intervenções do poder público.

⁽⁴⁾ Total da carga poluidora lançada nas bacias hidrográficas.

Fonte: Barbosa e Silva (2002)

Observando a Tabela 6 e a Figura 11, nota-se que a Bacia Mata Fome ainda não foi contemplada com nenhuma intervenção do poder público que visem à redução da matéria orgânica pela implantação de sistema de coleta e tratamento de esgoto doméstico, e conseqüentemente a preservação dos corpos hídricos que compõem a bacia.

3.3.5 O papel da água na transmissão de agentes causadores de doenças

A água é um fator condicionante para a subsistência humana. Entretanto, é bastante suscetível a danos e pode se tornar um veículo para a transmissão de doenças.

Considerando a relação direta entre saúde e saneamento básico e, sendo a água o principal elo nesta interdependência, a promoção da saúde da população figura entre os principais motivos das autoridades sanitárias dos países em desenvolvimento dentre eles, o Brasil, para aumentar o número de pessoas alcançadas pelos serviços de abastecimento por água potável. Visa-se, com isso, à redução das doenças de veiculação e origem hídricas responsáveis pela morte de, aproximadamente, 80 mil crianças na América Latina (KONIG, 2000).

As precárias condições sanitárias nas áreas urbanas são identificadas como os principais determinantes da mortalidade na infância (até 5 anos de idade). Em 1990, no Brasil, para cada mil nascidos vivos, 53,7 morriam antes de completar cinco anos. Contudo, em 2002, esse número caiu para 33,7, uma redução de 37,2 % (IPEA, 2005).

Estes índices ocorrem, preponderantemente, através da diarreia que é responsável por 5,5% dos óbitos de crianças no país, considerada uma das doenças de maior incidência relacionada com a falta dos serviços de saneamento, principalmente abastecimento de água potável (IPEA, 2005).

Dados do IPEA (2005) ainda revelam que os índices de mortalidade na infância são de 35,5 % para a região Norte e 59,8% para o Nordeste, muito elevados em comparação com os das regiões Sudeste com 25,2 % e Sul com 21,5 %. Enquanto, no Estado do Pará em 2000 foi de 35,6 %, a capital, Belém, dotada de melhores serviços de saneamento apresentou uma taxa de 28,58 %.

Sacco (2003) mostra que, entre 1996 e 2000, o Sistema Único de Saúde (SUS) registrou três milhões de internações provocadas por doenças decorrentes da falta de saneamento básico. Além disso, em 1999, sete mil pessoas morreram de diarreia e outras oito mil, em virtude de outras doenças causadas pela ausência de saneamento.

De modo geral, as doenças vinculadas à água podem ser divididas em dois grupos: as de origem hídrica e as de transmissão hídrica.

No primeiro caso, as doenças são causadas por substâncias químicas inorgânicas (como os metais pesados e os nitratos) e orgânicas (como os pesticidas, thialometanos e hidrocarbonetos polinucleares aromáticos). Substâncias de toxicidade adversa à saúde dos seres humanos, quando presentes na água em concentrações superiores às especificadas na Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, que determina o padrão de potabilidade da água para consumo humano.

No segundo caso, a água age como veículo transmissor do agente infeccioso ou de vetores biológicos e mecânicos dos mesmos. As infecções relacionadas à água podem ser classificadas de acordo com o mecanismo pelo qual o patógeno é transmitido desde uma pessoa doente para um novo hospedeiro sadio.

Segundo Ceballos (1997) *apud* Lopes; Bezerra (2001) a classificação ambiental das infecções relacionadas à água origina-se da compreensão dos mecanismos de transmissão, que se agrupam em quatro categorias:

- a) Transmissão hídrica: ocorre quando o patógeno encontra-se na água que é ingerida;
- b) Transmissão relacionada com a higiene: identificada como aquela que pode ser interrompida pela implantação de higiene pessoal e doméstica;
- c) Transmissão baseada na água: caracterização quando o patógeno desenvolve parte do seu ciclo vital em um animal aquático;
- d) Transmissão por um inseto vetor: insetos transmissores de enfermidades hídricas que procriam na água ou cuja picadura ocorre próxima a ela.

Diversas são as doenças em que a água aparece no processo de transmissão. Essas doenças possuem inúmeros sintomas semelhantes, o que pode resultar na dificuldade do diagnóstico correto do agente etiológico causador, como se observa no Quadro 3.

Microorganismo	Agente Etiológico	Doença
Vírus	<i>Poliovírus</i>	Diarreia, febre, meningite
	<i>Echovírus</i>	Diarreia, febre, meningite, doenças respiratórias
	<i>Coxsackie</i>	Febre, meningite, doenças respiratórias
	<i>Vírus da hepatite A</i>	Hepatite infecciosa
	<i>Rotavírus</i>	Diarreia e vômito
	<i>Calicivírus</i>	Diarreia e vômito
	<i>Agente Norwalk</i>	Diarreia e vômito
Bactérias	<i>Escherichia coli patogênico</i>	Diarreia
	<i>Salmonela typhi</i>	Febre tifoide
	<i>Salmonela paratyphi</i>	Febre paratifóide
	<i>Shigela ssp</i>	Disenteria bacilar
	<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera
	<i>Campylobacter ssp</i>	Diarreias
	<i>Yersinia enterocolítica</i>	Diarreias e septicemias
	<i>Leptospira icterohaemorrhagiae</i>	Leptospirose
Protozoários	<i>Giardia lamblia</i>	Giardíase
	<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebíase
	<i>Balantidium coli</i>	Balantídiase
	<i>Endolimax</i>	Amebíase
	<i>Isospora belli</i>	Isosporíase
Helmintos	<i>Schistosoma mansoni</i>	Esquitossomosse
	<i>Schistosoma haematobium</i>	Esquitossomosse
	<i>Fasciola hepática</i>	Esquitossomosse
	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariíase
	<i>Trichuris trichiura</i>	Tricuríase
	<i>Ancylostomideos</i>	Ancilostomíase
	<i>Clonorchis sinensis</i>	Clonorchíase

Quadro 3 - Doenças relacionadas à água

Fonte: Adaptado de Ceballos, 1997 *apud* Lopes; Bezerra, 2001

Os enteropatógenos que mais frequentemente estão envolvidos com as doenças diarreicas no Brasil, segundo Fagundes Neto e Oliva (1996), são:

- Bactérias: Escherichia coli, Shigella, Campylobacter, Salmonella.
- Protozoários: Giárdia lamblia, Entamoeba histolytica, Criptosporidium.
- Vírus: Rotavírus e Adenovírus.

Na Tabela 4, está descrita a incidência de doenças relacionadas com o saneamento no município de Belém de 2000 a 2006.

Tabela 4 - Incidência de doenças relacionadas com o saneamento no município de Belém de 2000 a 2006

Ano	População	Hepatite infecciosa	Febre tifoide	Leptospirose	Doenças diarreicas
2000	1.280.614	200	39	148	996
2001	1.304.311	7	14	62	1.017
2002	1.322.682	78	12	99	2.212
2003	1.342.201	143	17	76	6.007
2004	1.361.672	85	3	110	13.930
2005	1.405.873	162	28	84	10.182
2006	1.428.368	22	4	3	3.409

Fonte: NUEPI, 2006

É possível observar que no ano de 2006 ocorreu uma significativa redução das doenças associadas à falta de saneamento básico em Belém. Contudo, estes índices não estão relacionados com os investimentos no setor saneamento na cidade neste período, conforme será abordado no item 3.4.1, necessitando de um estudo detalhado para compreensão destes dados.

Segundo Gotlieb (2000) *apud* Mello (2004) dentre os óbitos verificados em decorrência das DIP (Doenças Infecciosas Parasitárias) no Brasil, destacam-se os provocados por DIP intestinais, com 57,6% dos casos registrados em 1980, índice que declinou para 30,4% em 1995.

Em 2005, mais de 28 mil crianças de zero a cinco anos foram internadas no Sistema Único de Saúde (SUS) por desidratação causada pela diarreia (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

As infecções por parasitas intestinais representam um problema de saúde pública mundial de difícil solução. Ocorrem demasiadamente em nosso país,

sobretudo entre a população pobre e, com maior frequência, entre crianças, devido às precárias condições de saneamento básico, habitação e higiene. A OMS estimou, em 1987, que mais de 900 milhões de pessoas no mundo estavam parasitadas pelo *Ascaris lumbricoides*, 900 milhões por *Ancilostomídeos* e 500 milhões por *Trichuris trichiura*.

Dentre os organismos patogênicos encontrados nos esgotos domésticos de países tropicais, destacam-se os helmintos. Dentre eles, o grupo *Ascaris lumbricoides* foi escolhido como indicador adequado deste grupo de parasitas, pela longa sobrevivência de seus ovos no meio ambiente (WHO, 1989 *apud* KONIG, 2000).

As helmintoses (ascaridíases, enterobíases, ancilostomíases e tricuriases) têm como característica principal o prolongado estado mórbido que, sem levar a morte, debilitam o indivíduo e diminuem sua capacidade de trabalho. No Brasil, a ascaridíase é a helmintose mais frequente e atinge cerca de 70% da população, sendo endêmica na região Nordeste (NEVES *et al.*, 1995 *apud* KONIG, 2000).

A transmissão pelos helmintos ocorre pela ingestão dos ovos embrionados infectivos presentes nas mãos, água e alimentos contaminados e utensílios domésticos mal higienizados. O vento e a poeira são responsáveis pela veiculação à longa distância. Os insetos (moscas e baratas) também são capazes de transportar esses ovos até os alimentos. Além disso, os helmintos podem chegar ao meio ambiente através das fezes das pessoas doentes (REY, 1991 *apud* KONIG, 2000).

Dentre as barreiras sanitárias necessárias para eliminar a transmissão, destacam-se o fornecimento de água de boa qualidade e o tratamento dos esgotos. Pela sua característica de longa persistência e baixa dose infectiva 1 (um) ovo embrionado para *Ascaris lumbricoides*, os helmintos são considerados de elevado risco potencial à saúde, fazendo com que a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomendasse o padrão de < 1 ovo de nematóide/litro para qualquer água destinada à irrigação irrestrita.

Os microrganismos patogênicos atingem os cursos d'água através dos dejetos de pessoas ou dos de animais infectados e causam problemas no trato intestinal humano. Além disso, nas comunidades cujo saneamento básico é deficiente, há indivíduos portadores, ou assintomáticos, dos microrganismos supracitados. Esses indivíduos os eliminam regularmente para o ambiente aquático,

através das fezes. Caso ocorra o uso da água contaminada para beber, preparar alimentos, lavar e/ou tomar banho, pode-se resultar em infecção (RIBEIRO, 2004).

Em se tratando de doenças relacionadas ao saneamento, verifica-se que quase todos os organismos patogênicos presentes nas fezes transmitem-se de uma pessoa para outra pela via fecal-oral. Isso quer dizer que quando eles são eliminados nas fezes, entram no corpo da nova vítima pela boca. Há tantos organismos em cada grama de fezes (de milhares até milhões) que uma quantidade microscópica de matéria fecal é suficiente para transmitir uma doença (RIBEIRO, 2004).

Durante muitos anos, a humanidade enfrentou as epidemias ocasionadas pela presença de agentes patogênicos na água praticamente sem dispor de nenhum mecanismo para defesa. Contudo, a adoção da técnica de tratamento da água para posterior distribuição às populações, nas últimas décadas do século XIX e no início do século XX, neutralizou este importante foco de aumento da mortalidade, em especial, da infantil. Inquestionável, foi a adoção da prática de desinfecção por cloração, aliada aos demais processos de tratamento de água, a qual proporcionou o declínio das doenças por via hídrica.

Observa-se, assim que o espectro das doenças infecciosas está se modificando rapidamente em conjunção com as dramáticas mudanças da sociedade e do meio ambiente. No mundo inteiro há uma população em explosivo crescimento acompanhado da expansão da pobreza e da migração urbana. Tudo isto afeta e contribui para uma maior exposição aos agentes infecciosos, os quais compartilham com a espécie humana os mesmos ambientes.

3.4 SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO NO PARÁ

Em 2003, a criação do Ministério das Cidades e da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) permitiu ao Governo Federal, incrementar os mecanismos de coordenação da gestão dos serviços de saneamento básico, historicamente dispersas em vários órgãos da Administração Pública Federal, com a missão de formular e conduzir uma política de desenvolvimento urbano para o Brasil, integrando os setores de habitação, saneamento básico, trânsito, transporte e mobilidade urbana, planejamento e gestão territorial e fundiária.

O marco da regulação dos serviços públicos de saneamento no Brasil acontece em 5 de janeiro de 2007, quando foi sancionada a Lei nº 11.445, nesta são estabelecidas as diretrizes nacionais para o Saneamento Básico e para a Política Federal de Saneamento Básico, que dispõe o saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

Segundo o artigo 9º, inciso III, da Lei de Saneamento Básico, o titular dos serviços formulará a respectiva política pública de saneamento básico, devendo, para tanto elaborar os Planos de Saneamento Básico e adotar parâmetros para a garantia do atendimento essencial à saúde pública. Portando é dever do Poder Público, como titular, garantir o acesso dos serviços públicos de saneamento básico conforme considera a Lei, integrando os entes da Federação que possua por competência a prestação destes serviços a população.

O principal desafio dos gestores públicos diz respeito principalmente à provisão de serviços de esgotamento sanitário adequados, especialmente a região Norte que presta serviços em apenas 5,8 % dos seus distritos¹², uma vez que os percentuais de cobertura pelos serviços de água e coleta de lixo nos 9.848 distritos brasileiros são relativamente satisfatórios, de acordo com pesquisa do IBGE (2000). A região Sudeste apresenta a melhor performance na cobertura dos serviços de saneamento básico, conforme Gráfico 3.

¹² Segundo o IBGE (2000a) – Documentação do Censo 2000, os distritos são unidades administrativas dos municípios. Sua criação, desmembramento ou fusão se faz por lei municipal, observada a continuidade territorial e os previstos em lei complementar estadual. Podem, dependendo da legislação estadual, ser subdividido, conforme caso, em subdistritos, regiões administrativas, zonas e similares.

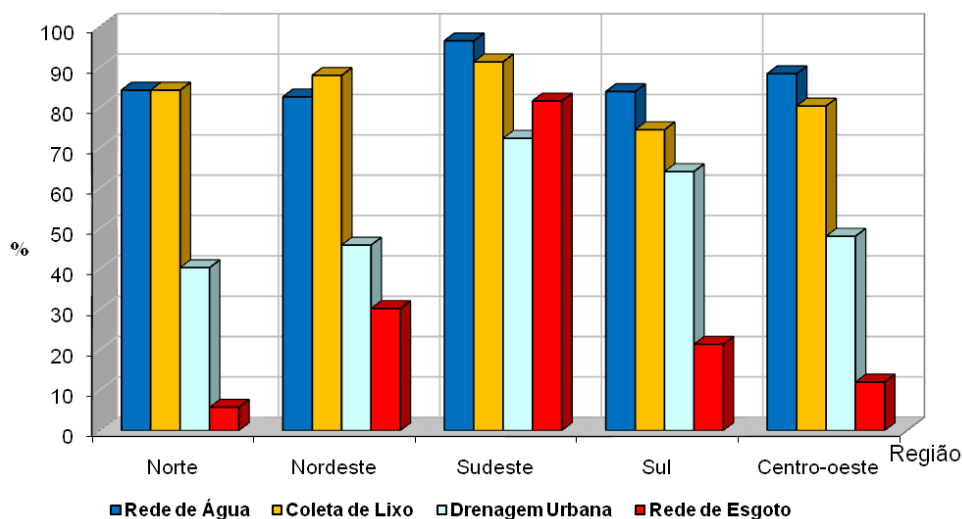


Gráfico 3 – Percentual dos distritos com algum serviço de saneamento básico por região do Brasil.
Fonte: IBGE, 2000a

A ausência de diretrizes para o setor de saneamento no país contribuiu para os seguintes resultados: 78,8% dos municípios não tratam seus esgotos e 63,6% têm lixões como destino final dos resíduos sólidos coletados (IBGE, 2000a).

O acesso aos serviços de saneamento básico adequado ainda é bastante desigual tanto em termos regionais como sociais. As taxas de inadequação segundo IBGE (2000a) das regiões norte (61%), centro-oeste (57%) e nordeste (48,3%) são maiores do que as taxas de inadequação registradas no Sudeste (11,9%) e no Sul (21,4%), conforme Gráfico 4.

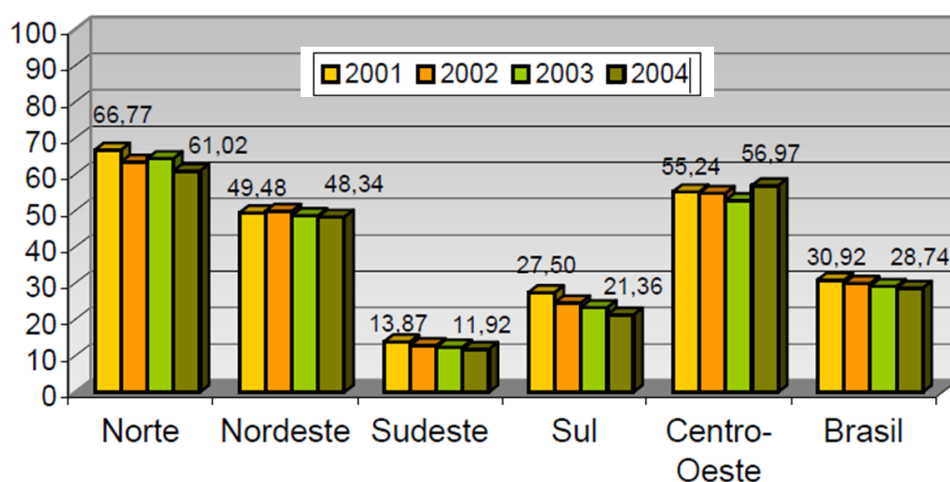


Gráfico 4 – Proporção de pessoas residentes em domicílios sem saneamento básico adequado, segundo grandes regiões – 2001 a 2004
Fonte: RADAR SOCIAL, 2006

O acesso aos serviços de saneamento básico, principalmente abastecimento de água potável, torna a população menos vulnerável às doenças de veiculação hídrica, sendo elevada a correlação entre os níveis de mortalidade na infância e a ausência ou deficiência deste serviço público.

Analisando os níveis de cobertura por estado que compõe a região Norte é notória a carência de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário, agregam 607 distritos, indicando que tem um longo caminho a percorrer para atingir uma condição satisfatória para a oferta deste serviço, conforme demonstrado no Gráfico 5. Segundo dados do IBGE (2000a) a principal forma de disposição do esgoto doméstico nestes distritos é a fossa rudimentar, considerada inadequado do ponto de vista sanitário e ambiental, pelo risco de contaminação dos recursos hídricos e saúde pública.

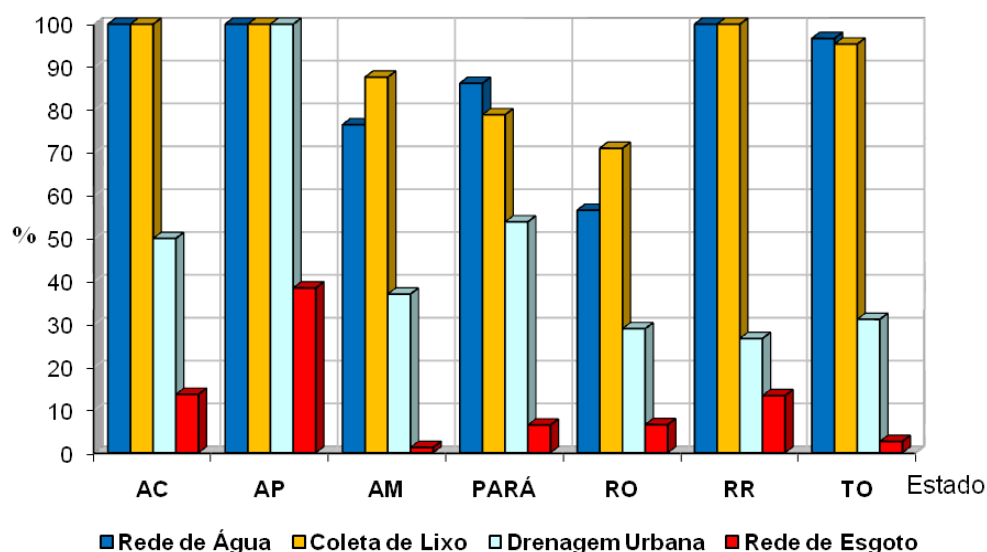


Gráfico 5 – Percentual dos distritos com algum serviço de saneamento básico por estado do Norte.
Fonte: IBGE, 2000a

O estado do Pará possui 232 distritos, porém as pesquisas apontam para uma significativa carência na prestação dos serviços de saneamento, sendo que 217 distritos não têm rede de coleta de esgoto sanitário; 107 distritos são desprovidos de drenagem urbana; 49 distritos não têm coleta de lixo e 32 distritos não são atendidos por rede de abastecimentos de água (IBGE, 2000a).

A inexistência ou insuficiência destes serviços em alguns municípios do Pará, assim como a precária qualidade da prestação para a população, impulsionam o surgimento de medidas individualizadas para as necessidades mais básicas, tais

como a captação de água subterrânea para consumo humano e a disposição dos esgotos domésticos em tanque séptico. Essas iniciativas pontuais ocorrem em grande parte sem qualquer suporte legal e/ou técnico, conseqüentemente sem controle e pode resultar em implicações negativas para a saúde e meio ambiente, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas.

De acordo com o Censo do IBGE (2000b) o Estado do Pará possui população de 6.235.610 habitantes distribuídos em 143 municípios. Analisando a população residente nos 1.317.661 domicílios do estado, percebe-se que 84 % desses municípios possuem população inferior a 50.000 habitantes (dos quais 42 % são inferiores a 20.000 habitantes), 13% no intervalo de 50.000 a 150.000 e 3 % superior à 150.000 habitantes.

O déficit da rede de água e esgoto nos municípios do estado do Pará, conforme Gráfico 5 é considerado elevado para os municípios com população inferior a 150.000 habitantes. Enquanto nos municípios com população acima de 150.000 habitantes, englobando principalmente Belém, Santarém, Marabá e Ananindeua, o déficit de água chega a 38%.

Contudo a maioria dos municípios paraense possuem déficits de esgotamento sanitário superior à 89 %, tal situação comprometendo a qualidade das águas dos corpos hídricos e agrava a saúde pública.

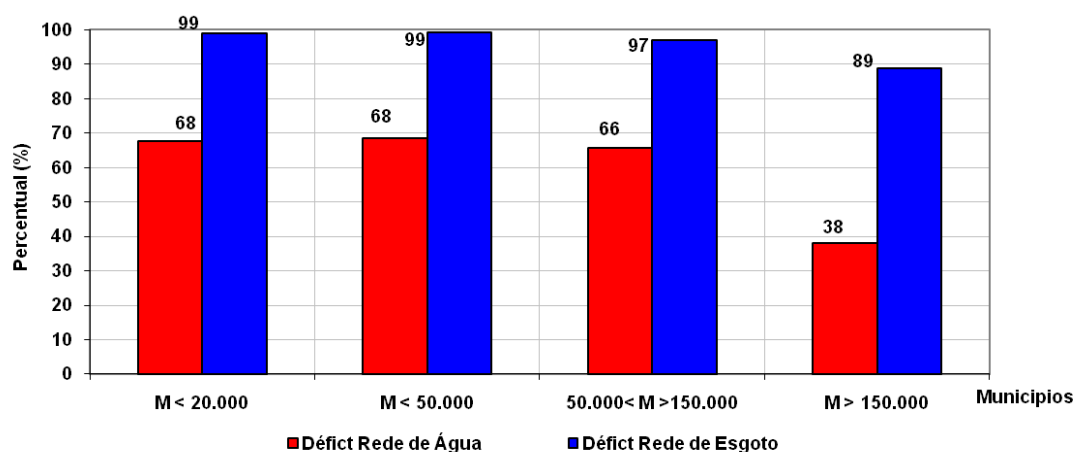


Gráfico 6 – Déficit de rede de água e esgoto nos municípios do Pará
Fonte: IBGE, 2000a

As precárias condições sanitárias nas áreas urbanas são identificadas como os principais determinantes da Mortalidade na Infância (até 5 anos de idade). A ampliação da cobertura de sistemas de saneamento básico nos municípios

paraenses favorecerá a redução desses índices, pois o Pará ocupa o 15º lugar no Brasil, e o 6º lugar da Região Norte com 35,5%. Comparando o Nordeste tem-se 59,8%, valor muito elevado em comparação com os das regiões Sudeste (25,2%) e Sul (21,5%). (IPEA, 2005 apud VINAGRE, 2006).

Segundo dados do SNIS (2005), no diagnóstico dos serviços de água e esgotos realizados em 68 municípios paraenses, cerca de 87% são atendidos pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), enquanto as Autarquias municipais de água e esgoto representam 10% de oferta destes serviços e próximo de 3% dos municípios declararam que os serviços são prestados por companhias particulares ou de responsabilidades de departamento municipais.

3.4.1 Os serviços de saneamento básico em Belém

Na cidade de Belém, a expressiva expansão da malha viária urbana induziu ao deslocamento das pessoas e à consolidação de novos núcleos nas áreas mais afastadas do centro. Como são reduzidos os investimentos para implantação dos sistemas de infraestrutura de saneamento nesses locais, acabam surgindo diversas áreas densamente ocupadas e ambientalmente desprotegidas, nas quais predomina a falta de controle dos resíduos gerados pelos seus próprios habitantes (PEREIRA, 2003).

A população de Belém é atendida pelas seguintes prestadoras públicas de serviços de saneamento básico: Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Belém (SAAEB). A Secretaria Municipal de Saneamento (SESAN).

O gerenciamento de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Saneamento (SESAN), por meio do Departamento de Resíduos Sólidos (DRES).

A COSANPA, Companhia Estadual, presta serviços de água e esgoto para a zona urbana central e zona de expansão de Belém, o gerenciamento desses serviços ocorre pela implantação de escritórios denominados unidades de negócios.

O SAAEB, Autarquia Municipal, atende com serviços de água e esgoto a zona de expansão de Belém, abrangendo principalmente os Distritos de Icoaraci, Mosqueiro e Mosqueiro.

A seguir, será descrito a situação dos serviços de saneamento básico na cidade.

a) Abastecimento de água

Dados do IBGE (2000a) indicam que em meio a 296.352 domicílios permanentes ao município de Belém, que correspondem 1.276.312 habitantes, cerca de 218.066 domicílios são providos de abastecimento de água por rede pública, 67.305 domicílios utilizam poço ou nascente e 10.981 domicílios possuem outros recursos para captação de água, conforme mostra o Gráfico 7.

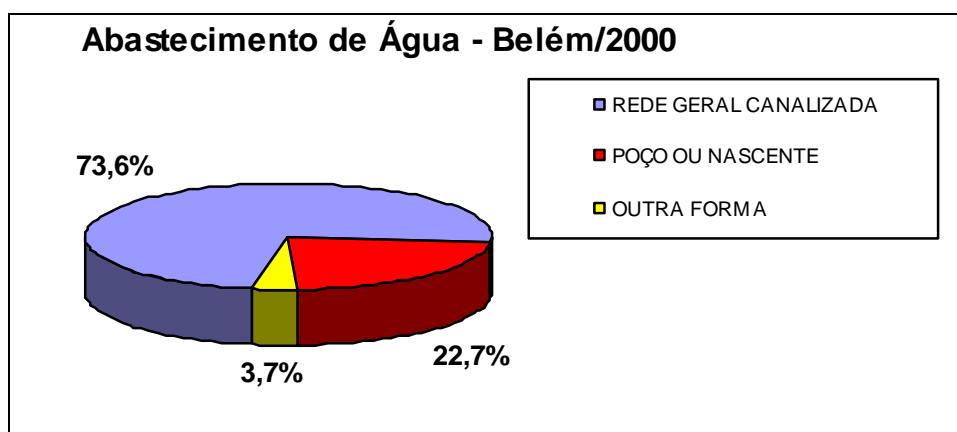


Gráfico 7 – Abastecimento de água no município de Belém por domicílio permanente
Fonte: IBGE (2000a)

Tendo em vista os dados do SNIS (2005), em Belém, a COSANPA presta serviço de abastecimento de água para 1.079.395 habitantes que corresponde a índice de atendimento de 76,8%; enquanto o SAAEB atende em torno de 203.791 habitantes, equivale a 14,5% da população da cidade.

A COSANPA é responsável pelo abastecimento da zona urbana central, compreendendo parte da zona de expansão de Belém, onde utiliza-se para o abastecimento o manancial superficial Complexo Utinga, formado pelo Lago Bolonha e Água Preta, e manancial subterrâneo dos aquíferos Pirabas e Barreiras.

O SAAEB utiliza exclusivamente manancial subterrâneo e abastece uma parcela da população da cidade, que compreende os Distritos Administração Icoaraci (DAICO), Outeiro (DAOUT), Bengüí (DABEN) e parte de Mosqueiro (DAMOS).

A rede de abastecimento de água mantida pela COSANPA abrange 1.734 km de extensão atendendo 215.879 ligações, sendo que 193.925 ligações são ativas e 118.265 ligações são ativas e micromedidas. O SAAEB mantém uma rede de água com 251 km de extensão atendendo 34.857 ligações, destas aproximadamente 25.540 ligações são ativas e 18.394 ligações são ativas e micromedidas (SNIS, 2005).

No entanto, a cobertura dos serviços de abastecimento de água ainda não supriu adequadamente toda a população decorrente da dinâmica do crescimento da cidade. Ressalta-se, a ocorrência de construção inadequada de poços em áreas com lençol freático contaminado e o comprometimento da qualidade da água da rede geral devido à ruptura das tubulações para conectar ligações clandestinas.

Tendo em vista à melhoria dos serviços prestados à população a COSANPA celebrou um convênio com a UFPA para elaboração do Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana de Belém, que tem a finalidade de diagnosticar e traçar diretrizes para os próximos 20 anos (PEREIRA, 2004).

b) Esgotamento Sanitário

Tendo em vista a melhoria dos serviços de coleta e tratamento do esgoto a COSANPA contratou em 1987 o consórcio Rede Engenharia/Tecsan Engenharia S.A. para elaborar o primeiro Plano Diretor de Esgotamento Sanitário (PDES), com a finalidade de formular diretrizes básicas para a elaboração de projetos e obras de esgotamento sanitário para RMB.

A partir de 1993, foi iniciada pela COSANPA a implantação das unidades de coleta e tratamento de esgoto do Programa de Recuperação da Bacia do Una, Programa de Ação Social em Saneamento (PROSEGE) e o Programa de Saneamento para Populações de Baixa Renda (PROSANEAR), os quais contribuíram para minimizar a carência deste serviço na RMB.

O PROSEGE teve como propósito a implantação do sistema de coleta e tratamento do esgoto proveniente dos bairros Marambaía e Guanabara, com a finalidade de preservar os lagos do Utinga (Bolonha e Água Preta), principais mananciais de abastecimento de água do município de Belém. No programa foram beneficiados 108.000 habitantes, totalizando 18.709 ligações domiciliares e a instalação de 130.735 m de rede de esgoto, com coleta do tipo convencional e instalação de duas estações de tratamento de esgoto (PEREIRA, 2003).

O PROSANEAR teve como finalidade implantar os sistemas de água e esgotamento sanitário nos municípios de Belém e Ananindeua. Os recursos financeiros para o programa foi do Banco Interamericano da Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), da Caixa Econômica Federal e do Governo do Estado do Pará. No programa foram beneficiados 126.411 habitantes, residentes nos bairros do Bengüí, Coqueiro e Guanabara e na área do IPASEP, totalizando 958 ha e 16.624 ligações domiciliares, pela implantação de rede de esgoto com coleta tipo condominial (fundo de lote) e instalação de cinco estações de tratamento de esgoto (PEREIRA, 2003).

O Programa de Recuperação da Bacia do Una também beneficiou 157.607 habitantes com sistema de esgotamento sanitário, com a instalação de 26.736 unidades de tanques sépticos, sendo 26.656 individuais e 80 coletivos (PEREIRA, 2003).

Segundo dados do SNIS (2005), o índice de domicílios atendidos por esgoto realizado pela COSANPA é de 6,72%. Na cidade foi implantada 358 km de rede de esgoto, sendo 260 km de sua extensão são do tipo separador absoluto e 98 km, do tipo condominial. Este sistema de esgotamento sanitário atende cerca de 94.459 habitantes por meio de 10.871 ligações ativas.

O Gráfico 8 apresenta o destino final dos esgotos gerados nos domicílios de Belém, dos quais 296.352 domicílios permanentes (cerca de 1.276.312 moradores) possuem banheiros ou sanitários, 146.366 domicílios adotaram tanque séptico, 76.177 domicílios utilizam rede geral de esgoto, 43.200 domicílios ainda despejam seus dejetos “*in natura*” em valas e canais e 30.609 domicílios empregam tanque rudimentar, solução considerada inadequada, pois não atende os critérios técnicos de construção e propicia riscos ambientais e sanitários. Os dados também apontam que 13.300 domicílios permanentes (cerca de 49.631 moradores) não possuem instalações sanitárias (IBGE, 2000a).

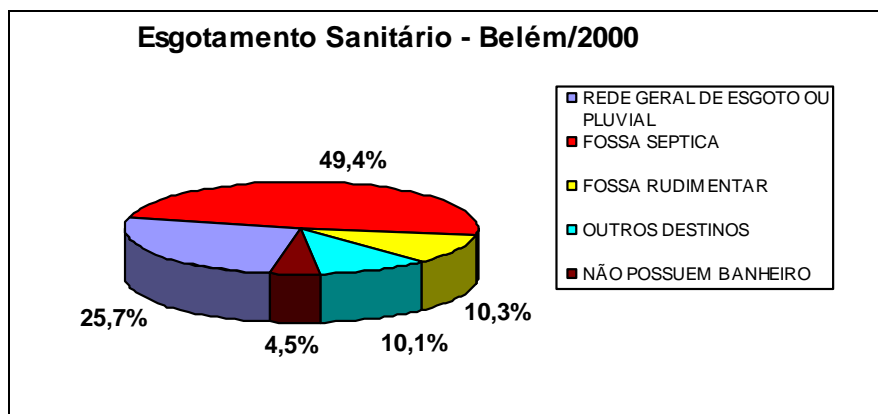


Gráfico 8 – Esgotamento sanitário no município de Belém por domicílio permanente
Fonte: IBGE (2000a)

Estes índices apontam a carência da prestação desses serviços para a população, decorrente também da estagnação das obras e investimentos nos sistema de esgotamento sanitário há vários anos, o que ocasiona o aumento da utilização de soluções individuais sem critérios técnicos para coleta e tratamento do esgoto sanitário em Belém. Tais alternativas podem ser observadas pela elevada utilização de tanques sépticos em residências, edifícios e conjuntos habitacionais.

Outra situação, infelizmente, é comum o lançamento indevido do esgoto “*in natura*” em canais ou sistemas de drenagem urbana na cidade. Isso acarreta poluição e/ou contaminação dos corpos hídricos, o que é prejudicial ao meio ambiente e potencialmente perigoso à saúde da população. Tal condição é perceptível pela coloração escura e odor desagradável das águas dos corpos hídricos da cidade.

O SAAEB também contribui para a melhoria do esgotamento sanitário da cidade com a implantação de alguns sistemas de coleta e tratamento de esgoto. Em 2001 foi inaugurado o sistema de esgotamento sanitário no bairro da Pratinha para atender 3.285 habitantes com tratamento de esgoto em reatores anaeróbio de manta de lodo (PEREIRA, 2003).

Outra obra importante foi à implantação do sistema de esgotamento sanitário no Distrito de Mosqueiro, com a instalação de 50.475 m de rede coletora de esgoto, tipo separador absoluto, e estação de tratamento de esgoto com lagoas (aeradas e facultativas), que devem atender uma população de aproximadamente

85.000 habitantes, considerando a população residente e flutuante¹³ (PEREIRA, 2003).

O SAAEB também instalou tanques sépticos e sumidouros nas comunidades de Água Boa, atendendo 6.915 habitantes, e na comunidade Brasília, atendendo 8.740 habitantes, ambas as áreas são pertencentes ao Distrito de Outeiro (PEREIRA, 2003).

Segundo dados do SNIS (2005), o índice de atendimento de rede de esgoto pelo SAAEB é de 0,34%, corresponde cerca de 50 km de rede de esgoto, considera-se mínimo diante das necessidades da cidade. Este sistema de esgotamento sanitário atende 4.825 habitantes com 965 ligações ativas.

Ainda estão previstas pelo SAAEB as implantações de outros sistemas de coleta e tratamento de esgotamento sanitário, como por exemplo: a ETE João Paulo II (que atenderá 23.882 habitantes ao longo do prolongamento da Av. João Paulo II) e a ETE Tucunduba (que atenderá 9.800 habitantes, bairro do Guamá). A COSANPA também prevê a instalação da ETE Una que receberá o esgoto gerado de aproximadamente 100.000 habitantes (PEREIRA, 2002).

Mesmo com as intervenções realizadas e com mais obras previstas, o município de Belém não atingirá índices superiores a 10% de atendimento. Percebe-se, assim, que a provisão dos serviços de esgotamento sanitário ainda não acompanha o crescimento vegetativo da população e menos ainda as ações de planejamento urbano da cidade.

c) Drenagem e manejo de águas pluviais

O sistema de drenagem urbana constitui um fator de relevância ambiental para o município de Belém, tendo em vista sua localização numa área de intensa precipitação pluviométrica e relevo predominantemente plano, com a presença de aquífero livre. O risco ambiental de enchentes é classificado como pequeno, visto que ocorrem ocasionalmente, sem registro de vítimas e com poucos danos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000a), na cidade existem cerca de 323 km de rede de drenagem.

¹³ População que reside no local por determinado período de tempo

Nos estudos de Mercês (1997) a cidade foi dividida em 14 bacias hidrográficas ou bacias de drenagem: Paracuri, Cajé, Mata Fome, Val-de-Cans, Una, Reduto, Tamandaré, Estrada Nova, Tucunduba, Murutucu, Aura, Anani, Pratiqara e Outeiro.

As bacias hidrográficas de Belém, em grande parte, situam-se na cota abaixo de 4 metros; são suscetíveis, portanto, a alagamentos, visto que a cota da cidade é de 3,6 metros acima do nível do mar. Essas áreas são consideradas insalubres para a moradia, contudo a população ocupou, ao longo dos anos, várias áreas das bacias.

Tento vista o risco ambiental e sanitário o poder público cria programas e projetos com obras de macrodrenagem e implantação dos sistemas de saneamento básico tais como o Programa de Recuperação das Baixadas das Bacias de Belém, Programa “Gestão dos Rios Urbanos: Belém cidade dos Rios, Programa de Aceleração do Crescimento: Saneamento e urbanização de favelas e outros descritos no item 3.3.2.

d) Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

A partir de informações adquiridas, informalmente, pela SESAN em 2006, o gerenciamento dos resíduos sólidos em Belém é realizado por empresas terceirizadas. As empresas contratadas para efetuar estes serviços são responsáveis pela cobertura de determinadas áreas da cidade, o que compreende os roteiros designados: áreas residenciais; áreas comerciais; pontos críticos (acúmulo de resíduos sólidos em áreas de difícil acesso ou especiais); e áreas hospitalares.

De acordo com a SESAN os resíduos sólidos gerados em Belém são destinados à localidade denominada Santana do Aurá, localizado no município de Ananindeua, em uma área onde funciona um Aterro Controlado¹⁴ e vários leitos de

¹⁴ Aterro Controlado: Esse método dispõe os resíduos sólidos no solo, onde recebe diariamente a cobertura de uma camada de material inerte. Porém, esse procedimento não evita os problemas de poluição gerados pelos resíduos sólidos, pois não são levados em conta os mecanismos de formação de gases, de líquidos e outros (LIMA, 2002).

secagem para deságue do lodo proveniente dos veículos “limpa fossa” que atuam na Região Metropolitana de Belém.

Segundo Carneiro (2006) o aterro controlado ocupa uma área de 140 hectares, localizada a 19 Km do centro de Belém e recebe diariamente 1,2 mil toneladas de lixo. Contudo a disposição final dos resíduos sólidos urbanos da cidade não atende os critérios ambientais e sanitários.

Segundo dados do SNIS (2005), foram registrados cerca de 275.141 ton./ano de resíduos sólidos urbanos; 443.646 ton/dia de entulho e 17.293 ton./ano de resíduos sólidos, oriundos dos serviços de saúde do município de Belém.

4 AREA DE ESTUDO

4.1 DISTRITO ADMINISTRATIVO DO BENGÜÍ - DABEN

Conforme relata Dias (1996) *apud* Ribeiro (2004) a apropriação da orla em direção ao norte, está diretamente ligada à expansão urbana rumo ao Distrito Administrativo de Icoaraci – DAICO, que serviu de ponto de destino para as pessoas vindas das regiões das ilhas e ribeirinhas, que faziam de sua orla ponto de comercialização de produtos e serviços ou, ainda, estabelecimento de moradias.

O referido autor acrescenta que, desde sua fundação até a metade do século XX, o DAICO esteve ligado à atividade como a de pesca de subsistência, culturas de fundo de quintal, produção oleira e reduzida atividade industrial, em especial ao longo do eixo da antiga Rodovia SNNAP, atual Arthur Bernardes, que acompanha a orla da baía do Guajará.

A partir de 1960 iniciaram uma nova dinâmica espacial urbana para o Distrito de Icoaraci e áreas adjacentes, inclusive o Distrito do Bengui – DABEN, como consequência do processo de metropolização que Belém passou a vivenciar. Em 1970 verificou-se um amplo processo de instalação de indústrias ao longo da orla, acompanhando a rodovia Arthur Bernardes. Justifica esse processo a posição geográfica de frente para a baía do Guajará e às margens do furo do Maguari, como

também a proximidade de Belém, possibilitando tanto o recebimento de matéria-prima como o escoamento da produção.

Na orla norte passou a se concentrar a maioria das indústrias madeireira, pesqueira, dentre outras (concernentes à construção naval, à produção de amianto, a frigoríficos, etc). Entretanto, as instalações das mesmas têm provocado impactos ambientais pouco considerados nas ações de gestão e de planejamento urbano; impactos estes percebidos seja por meio da retirada da vegetação, seja por meio do lançamento dos rejeitos ligados ao processo de produção das empresas no furo do Maguari e na baía do Guajará (DIAS, 1996 *apud* RIBEIRO, 2004).

É com base no histórico do uso de solo da orla norte e da apropriação pelos agentes de produção do espaço nessa faixa da cidade que se pautam as perspectivas de compreensão da produção do espaço e de gestão ambiental, dadas às condições institucionais em que a mesma se encontra inseridas (TRINDADE, 2005).

O Distrito Administrativo de Icoaraci (DAICO) e o Distrito Administrativo do Bengüí (DABEN) são considerados zonas de expansão de Belém. O DABEN possui uma área de 33,9 Km², onde vivem cerca de 237.303 habitantes e densidade demográfica de 7.044 hab/km². De acordo com o IBGE (2000b) este distrito possui a terceira maior população da cidade Belém, sendo formado por oito bairros, a saber, Cabanagem, Bengüí, Coqueiro, Parque Verde, Pratinha, São Clemente, Tapanã, Una e uma parte do bairro do Mangueirão. É limitado, na margem direita, pela baía do Guajará e na margem esquerda, pelo rio Maguari, conhecido como furo do Maguari (BELÉM, 1999 *apud* RIBEIRO, 2001).

No aspecto topográfico, o DABEN encontra-se a uma altitude de cerca de 14 m acima do nível do mar. Está situado na faixa equatorial, exatamente a 160 Km ao sul da linha do Equador, entre os paralelos 0°C e 20°C de latitude e entre os meridianos 48°C e 51°C de longitude oeste. É localizado a 14 Km (em linha reta) ao norte do centro de Belém, e o acesso ocorre através de dois eixos viários: as rodovias Augusto Montenegro e Arthur Bernardes, com 20 e 14 Km de extensão, respectivamente (RIBEIRO, 2004).

A Bacia Hidrográfica Mata Fome, objeto deste estudo, está situada no DABEN, possui população de aproximadamente 56.637 habitantes, com densidade demográfica de 4,38 hab/km². A Bacia compreende uma polígono delimitado ao sul pela Pass. John Engelhard, ao norte pela Pass. São Clemente, e ao oeste pela Rod.

Arthur Bernardes, abrangendo uma área de aproximadamente 530 ha (PGRU, 2000).

O igarapé Mata Fome, possui uma extensão linear de aproximadamente 6,5 Km, é principal corpo hídrico desta Bacia que representa o limite natural entre o bairro da Pratinha e do Tapanã, englobando também parte dos bairros São Clemente, Bengui e Parque Verde, conforme Figura 13. Sua nascente localiza-se no terreno pertencente à empresa Coca Cola, localizada na rodovia Augusto Montenegro e sua foz na baía do Guajará, nas proximidades da Rodovia Arthur Bernardes, abrangendo parcialmente os bairros do Tapanã, Pratinha, São Clemente, Bengüi e Parque Verde (PGRU, 2000).

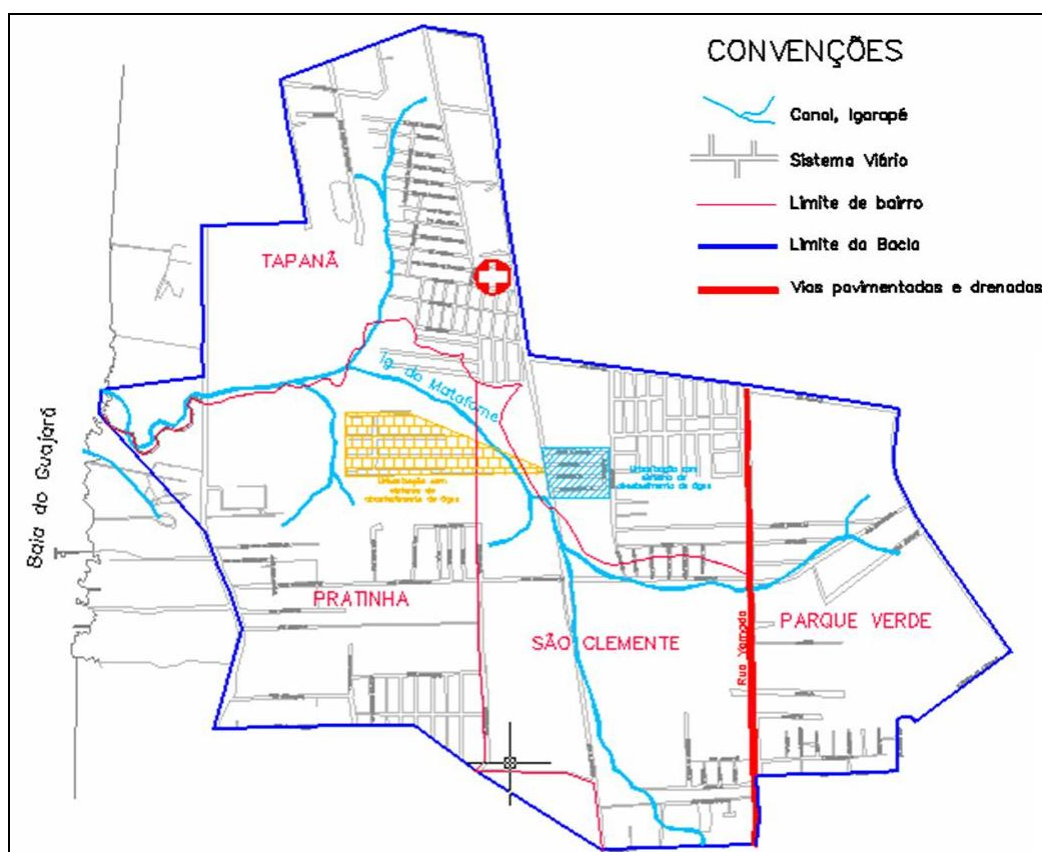


Figura 12 - Limite do igarapé Mata Fome.
Fonte: SEGEP/DEPI (2006)

A Bacia Mata Fome ainda engloba os conjuntos habitacionais Antônio Gueiros e Cordeiro de Farias e os residenciais Aldo Almeida, Parque União, São Gaspar, Raimundo Jinkings e Park Arthur Bernardes, além das ocupações denominadas Vila Sorriso, Vale do Mata Fome, Bom Jesus, Paraíso de Deus, Jardim

Primavera, Jardim Iara, Jardim Liberdade, Mário Couto, Parque Verde, Águas Limpas, São Gaspar, Bom Futuro e Jardim América I e II (PGRU, 2000).

O igarapé Mata Fome teve suas condições naturais modificadas a partir dos anos 1980 e 1990, ocasionadas principalmente pelo adensamento populacional na área da Bacia, oriundo da construção de conjuntos habitacionais, assentamentos informais nas margens do igarapé, estabelecimento de indústrias e da extração de argila.

4.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA MATA FOME

O diagnóstico ambiental da Bacia Mata Fome baseou-se em levantamentos de fontes secundárias, imagens aerofotogramétricas e exploração de campo. Tendo em vista, delinear os aspectos físicos, bióticos, antrópicos e a qualidade das águas na área em estudo.

Nas últimas três décadas, mais especificamente no início de 80, a bacia vem sofrendo drásticas alterações decorrentes das ocupações urbanas e da extração de minério classe II, o que resultou na abertura de grandes “clareiras” na área, sendo possível também observar elevado estágio de devastação, conforme Figura 13, vista área da bacia do Mata Fome tomada em 2000.

A urbanização estende-se para as margens do igarapé Mata Fome. Tal situação é mais acentuada no presente momento devido ao avanço das cercas das empresas, principalmente na foz do igarapé e a construção de casas nas margens do igarapé.



Figura 13 – Bacia do Mata Fome tomada em 2000.
Fonte: CODEM (2000)

4.2.1 Aspectos físicos da Bacia Mata Fome

a) Geologia

A cidade de Belém e adjacentes têm seu contexto geológico representado principalmente por unidades cenozóicas, estudadas em afloramento naturais e por meio de perfis litoestratigráficos de poços tubulares perfurados na região. Fazem parte desse contexto: a formação Pirabas, o grupo Barreiras, os sedimentos Pós-Barreiras e os sedimentos Halocênicos, descritos a seguir (OLIVEIRA, 2002).

A *formação Pirabas* - idade Oligo-Miocênica, situada em Belém a partir de uma profundidade média de 100 metros, é constituída predominantemente por rochas carbonáticas com rico conteúdo fossilífero.

O *grupo Barreiras* - idade Mioceno-Pliocênica, ocorre principalmente na forma de falésias nas ilhas de Caratateua e Mosqueiro. Essa unidade é representada por sedimentos continentais argilosos, arenosos e conglomeráticos, de coloração amarelada à alaranjada com níveis de arenitos ferruginosos, pouco consolidados, com estruturas sedimentares do tipo estratificações e conteúdo fossilífero vegetal, além de estruturas como microfraturas e microfalhas.

Os *sedimentos Pós-Barreiras* consistem em sedimentos areno-argilosos, inconsolidados, facilmente desagregados, compostos, sobretudo, de grãos de quartzo, com leitos pouco espessos de seixo e blocos rolados ou pouco movimentados de arenitos ferruginosos.

Os *sedimentos Holocênicos (Recentes)* estão representados na área por sedimentos aluvionares situados nos vales de rios e igarapés que drenam a área. As areias possuem granulometria fina a média, de coloração marrom, com siltes e argilas intercaladas. As argilas são geralmente de cinza-escuro a cinza-claro, apresentando restos de vegetais (galhos e folhas). Tais sedimentos são observados no período de maré baixa, nas bordas dos canais estuarinos, braços de rios, “furos”, igarapés e “praias” que drenam a área.

Em estudos mais específicos de Oliveira (2002) na Bacia Mata Fome foi analisada a ocorrência de três unidades litológicas: o grupo Barreiras, os sedimentos Pós-Barreiras e os sedimentos Aluvionares.

b) Hidrogeologia

Os perfis hidrogeológicos da RMB abrangem uma área aproximada de 1.200 km², indicam unidades geológicas conhecidas na literatura como formação Pirabas, grupo Barreiras e Pós-Barreiras, cujos sistemas vêm sendo explorados para abastecimento público, industrial e particular, com poços tubulares que variam de 12 a 300 metros de profundidade. Os poços mais rasos (12 m a 18 m) têm se caracterizado por vazões da ordem de 1 m³/h a 3 m³/h, ao passo que nos profundos (> 80 m), as vazões têm variado de 20 m³/h a 300 m³/h (OLIVEIRA, 2002).

Os sistemas hidrogeológicos da RMB incluem aquícludes, aquítarde e aquíferos, pertencentes às unidades estratigráficas Pirabas, Barreiras e Cobertura Quaternária. Esses sistemas estão razoavelmente estudados até uma profundidade em torno de 280 m. A partir daí, as características hidrodinâmicas e as espessuras das camadas de sedimentos não são conhecidas (OLIVEIRA, 2002).

Os pacotes sedimentares que acumulam água subterrânea são formadores de cinco conjuntos aquíferos principais: Aluviões, Pós-Barreiras, Barreiras, Pirabas Superior e Pirabas Inferior. A seguir, faz-se uma breve descrição de cada aquífero (SAUMA FILHO, 1996).

Aluviões: Constituem um domínio permoporoso que, apesar de suas boas capacidades armazenadoras, não possuem expressão significativa na área da grande Belém em função de suas espessuras inferiores a 10 m. Trata-se de aquíferos livres cuja recarga se dá diretamente por meio das precipitações pluviométricas. As descargas se dão por meio dos rios, fontes, evapotranspiração e poços. Suas vazões estão na ordem de 10 m³/h. Na Fotografia 7 e na Fotografia 8 são demonstradas, respectivamente, o afloramento da água no solo na área da bacia Mata Fome.



Fotografia 7 – Afloramento da água, bacia do Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 8 – Afloramento da água, bacia do Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)

Pós-Barreiras: Constituem-se por níveis argilo-arenosos, inconsolidados, existentes desde a superfície até cerca de 25 m. São, algumas vezes, recobertos por alúvios e colúvios.

O potencial hidrogeológico desse aquífero é fraco, como atestam as vazões dos poços, normalmente abaixo de $5 \text{ m}^3/\text{h}$. Entretanto, na maioria das vezes, apresenta água de boa qualidade para abastecimento humano e pode, em alguns casos, apresentar elevado teor de ferro, o que requer tratamento de desferrização. Esses aquíferos apresentam alta vulnerabilidade junto às principais fontes pontuais de contaminação das águas subterrâneas, principalmente em função de sua profundidade quase sempre inferior a 25 m, a qual os coloca nas zonas de interação com fossas sépticas, postos de combustíveis, cemitérios, etc.

Esses aquíferos são, em geral, de natureza livre, ou semi-confinada localmente. A recarga se verifica diretamente por meio das precipitações pluviométricas. Um fator que acentua essa vulnerabilidade é o processo construtivo da grande maioria das obras de captação (poços) dessa unidade. Normalmente são constituídos sem pessoal técnico habilitado, nem tecnologias de construção e, ainda, perfurados manualmente, sem qualquer cuidado com as exigências de higiene e proteção do poço.

Barreiras: Unidades aquíferas mais conhecidas e exploradas. Correspondem aos sedimentos do grupo Barreiras, cujas expressões litológicas são bastante heterogêneas. Estão aí incluídos desde argilitos até arenitos grosseiros com níveis conglomeráticos. Aparecem também níveis lateríticos e níveis argilosos

caulinizados. Esses litotipos se intercalam irregularmente, segundo um arranjo espacial complexo.

A unidade Barreiras aparece em profundidades de 25 a 90 m. São camadas aquíferas de espessuras em torno de 70 metros e vazões entre 10 e 70 m³/h. Nas camadas com granulométricas de areias grossas a cascalhos, têm sido mencionadas vazões de até 80 m³/h.

Um dos principais problemas para a captação de água dessa unidade aquífera é seu teor de ferro. Frequentemente com valores acima de 0,3 mg/L, é considerado fora do padrão de potabilidade recomendado pela Portaria n° 518/2004 do Ministério da Saúde.

São aquíferos de natureza semi-livre a confinada, neste caso pela presença de camadas argilosas sucessivamente intercaladas nas areias. A recarga se dá por meio da contribuição das camadas sobrepostas ou, ainda, da precipitação pluviométrica, nas áreas de afloramento dessa unidade.

Pirabas Superiores: Unidades compostas por sedimentos marinhos, fossilíferos, da formação Pirabas. São camadas de argilas calcíferas de cor cinza-esverdeada e leitos de calcário duro, de coloração cinza esbranquiçada, que se alternam sucessivamente com camadas de arenito calcífero, siltitos e areias.

Os níveis aquíferos dessa unidade aparecem no intervalo de 70 a 80 metros e são do tipo confinado. Os intervalos de profundidade das camadas aquíferas variam muito dentro da área de Belém e adjacências, com intervalos de 84 a 94 m, 119 a 127 m, 140 a 145 m e 162 a 167 m de profundidade, como representativos dessa unidade.

As camadas aquíferas têm espessuras em geral em torno de 80 m, e melhores continuidades laterais que a unidade Barreiras. O potencial desse aquífero é expresso por vazões da ordem de 100 a 200 m³/h, principalmente associadas aos arenitos mais grossos.

As obras de captação de água dessa unidade têm se restringido ao poder público e ao polo industrial. São obras caras, que envolvem profissionais capacitados e equipamentos especiais que, na maioria das vezes, restringe sobremaneira as empresas com capacidade de desenvolver a obra.

Pirabas Inferiores: Essas unidades são compostas, predominantemente, de camadas repetitivas de arenitos de cor cinza-esbranquiçada, granulação fina à

conglomerática, com intercalações mais espessas de argilas e siltitos avermelhados, ocorrendo nos intervalos de 180 a 193 m, 197 a 211 m, 229 a 240 m e 251 a 259 m.

São excelentes aquíferos, com vazões da ordem de até 600 m³/h e boa qualidade, pois os teores de ferro são baixíssimos ou mesmo ausentes na maioria das vezes. Porém, como sua exploração acarreta altos custos das obras de captação, restringe-se, sobremaneira, a utilização das águas dessa unidade.

Segundo estudos de Gaspar (2001), o aquífero na Bacia Mata Fome é do tipo livre, pois é constituído por areia fina e média, com intercalações argilosas pouco espessas. Podendo ser explotado através de poços rasos, escavados e tubulares, com profundidade de até 12 m; sendo que, nos primeiros, predominam as profundidades inferiores a 6 m.

Nos estudos realizados, na área da bacia, em 53 poços escavados e 10 poços tubulares o nível estático do aquífero analisado apresenta um valor médio de 1,21 m, no período seco, enquanto que atingia 2,26 m, no período chuvoso, constatando uma oscilação sazonal da ordem de um metro (GASPAR, 2001).

b) Hidrologia

A Bacia Mata Fome é composta por um conjunto de igarapés e furos¹⁵ que se localizam na margem direita da baía do Guajará. Possui uma área de drenagem de aproximadamente 6,0 Km² e se estende por 3 Km desde sua desembocadura (localizada na baía do Guajará) até sua nascente (nas proximidades da Avenida Augusto Montenegro). Tem forma de leque e é drenada pelo igarapé de mesmo nome. Este é considerado perene e possui pouca ramificação (GASPAR, 2001).

Na Figura 15 é apresentado o levantamento aerofotogramétrico da hidrografia da Bacia Mata Fome em 1999.

¹⁵ Tipo de canal que liga um curso d'água a outro, ou a um lago, ou ainda pela montante da foz, onde deságua (LIMA 1987 *apud* GASPAR 2001).

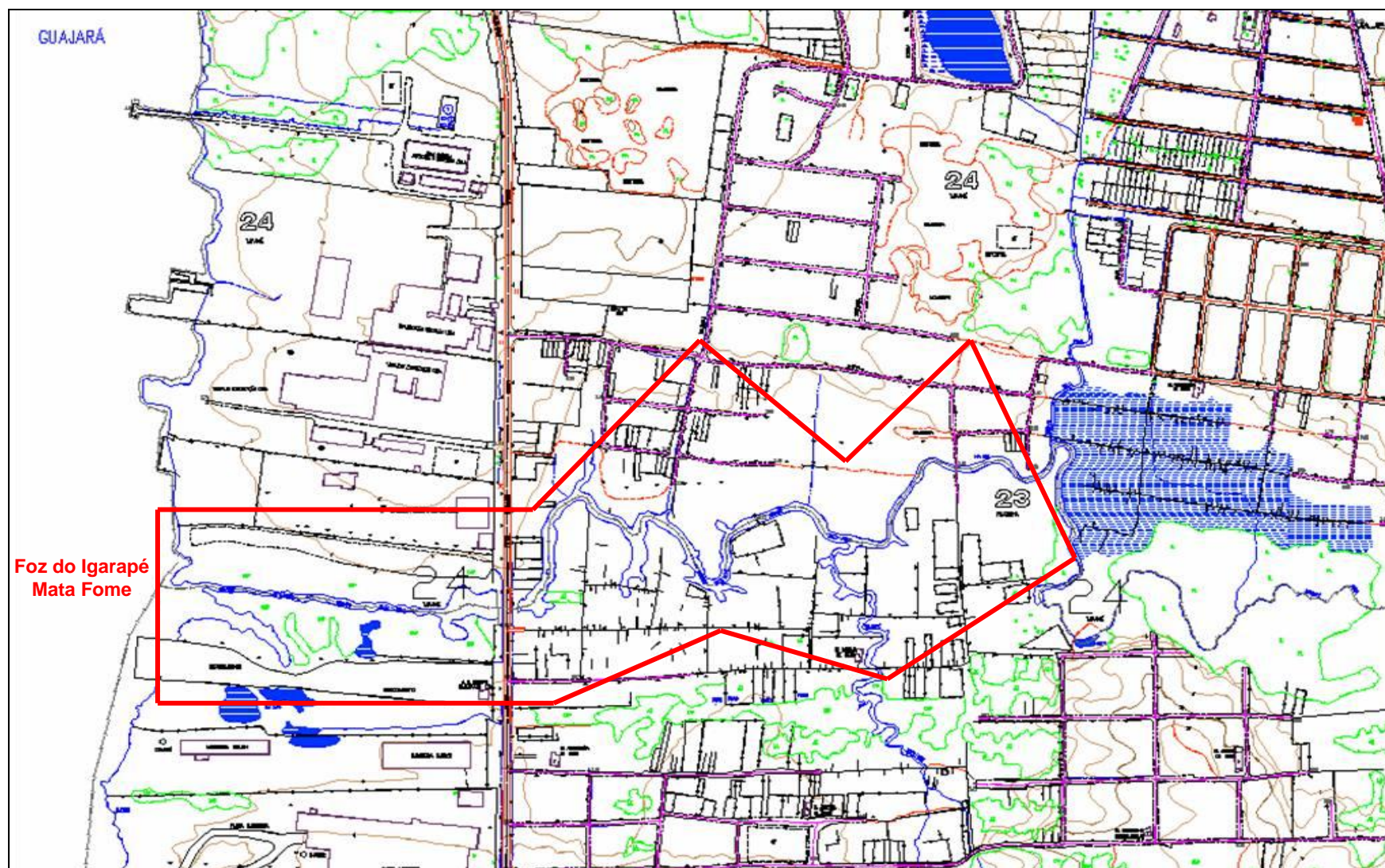


Figura 14 – Levantamento aerofotogramétrico da hidrografia da bacia do Mata Fome.
Fonte: CODEM (1999)

Gaspar (2001) observou que a bacia é bastante dinâmica do ponto de vista hidrológico, uma vez que está sujeita, em parte, à ação das marés procedentes da baía do Guajará. A influência das marés no igarapé Mata Fome é notada até, aproximadamente, 800 m, a partir do ponto de sua confluência com a Baía do Guajará. Este fato ocorre, provavelmente, devido à sua morfologia inclinada, com cotas topográficas de 15 m na área da nascente e de 4 m próximo à desembocadura.

O regime de marés no igarapé Mata Fome é configurado com 9 horas de vazante e 4 horas de enchente, sob influencia da baía do Guajará, sendo claramente observada pelos moradores ocupantes da planície de inundação próxima à foz do igarapé, sobretudo nos meses mais chuvosos (janeiro a março), quando as águas atingem o assoalho das casas, principalmente daquelas instaladas às margens do canal (GASPAR, 2001).

Fatos dessa natureza são comuns em bacias hidrográficas submetidas à urbanização desordenada e ao avanço de atividades que alteram o comportamento hidrológico. Outra consequência na bacia devido à urbanização refere-se à modificação da morfologia do igarapé Mata Fome.

c) Clima

O clima na área da Bacia pertence à categoria “tropical úmido”, do tipo Af, segundo a classificação de Koppen, cujas características principais são: altas temperaturas, com média mensal sempre acima de 18°C, altos índices de umidade relativa do ar, chegando a 91% nos meses mais chuvosos e precipitação abundante, com totais oscilando entre 2200 e 3300 mm anuais (GASPAR, 2001).

Segundo dados do Núcleo de Meteorologia (2006), o índice pluviométrico médio na cidade de Belém foi de 132 mm, no período menos chuvoso, e de 350 mm, no período mais chuvoso, com precipitação média total de 2892,8 mm anual. O Gráfico 99 apresenta a precipitação pluviométrica mensal em Belém.

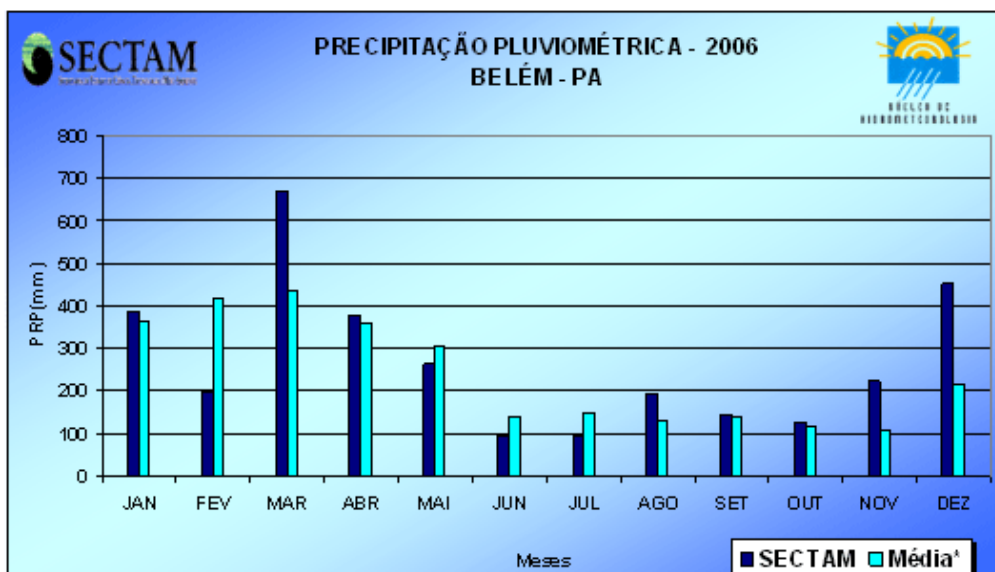


Gráfico 9 - Precipitação pluviométrica mensal de Belém em 2006
 Fonte: Núcleo de Meteorologia (2007)

4.2.2 Aspectos bióticos da bacia do Mata Fome

a) Vegetação

A cobertura vegetal da área da Bacia Mata Fome enquadra-se na descrição da vegetação das margens estuarinas de Guajará-Belém feitas por Pinheiro (1987), consiste em uma vegetação fortemente condicionada aos fatores geomorfológicos, em que o autor distinguiu, predominantemente, três características:

- vegetação de várzea, típica de área inundável, sob controle periódico das marés;
- vegetação de floresta densa, associada aos terrenos mais elevados, ditos de terra firme; e
- floresta secundária, associada às áreas desmatadas.

Nas visitas de campo é possível observar que a cobertura vegetal na área da Bacia Mata Fome é bastante reduzida, devido à ação antrópica. Na maioria das árvores encontradas na área são destaque: mangueiras (*Mangifera indica*), palmeiras-açaí (*Euterpe oleracea*) e bananeiras (*Musa sp*), além de palmeiras de buriti (*Mauritia flexuosa*).

Na porção frequentemente inundada e com aparência pantanosa, ocorre uma vegetação nativa típica de áreas de depósitos flúvio-marinhos. Esta vegetação é composta por aninga (*Montrichardia arborescens*), uma espécie de *Araceae* característica de várzeas alteradas. Ocorre em grandes populações, regionalmente chamada de “aningais”. Nas áreas mais secas e raramente inundáveis do terreno da Bacia, ocorre vegetação herbácea característica de áreas alteradas, predominantemente compostas por *Gramineae* diversas.

Segundo Pinheiro (1987), a composição florística da várzea depende, fundamentalmente, da relação entre o relevo e o regime de marés, sendo distintas as zonas inundáveis (igarapós) e as regiões mais elevadas, ditas várzeas altas. Na Fotografia 9 e na Fotografia 10 são apresentadas a vegetação de várzea e as vegetações às margens do igarapé Mata Fome.



Fotografia 9 – Vegetação nas margens do igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 10 – Vegetação de várzea, na foz do igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)

b) Fauna

A Bacia é caracterizada por intensa atividade humana e ambientes naturais bruscamente modificados. Esse cenário prejudica a sobrevivência das espécies especializadas em determinado nicho ecológico e auxiliam espécies generalistas e altamente adaptáveis na exploração de novos ambientes.

Dessa forma, em visita *in loco* foram observadas, na Bacia, espécies generalistas, e totalmente adaptadas ao convívio humano, as quais se aproveitam, inclusive, para alimentação.

Um exemplo é o quero-quero (*Vanellus chilensis*), que pode ser visualizado com frequência nas áreas urbanizadas, nos jardins e nos campos degradados; outro é o periquito-de-asa-branca (*Brotogeris versicolurus*), que se reproduz nos forros das casas e pode ser visualizado em bandos; além da andorinha (*Stelgidopteryx ruficollis*), dentre outros pássaros.

As espécies de mamíferos que podem ser encontradas na Bacia com grande abundância são os roedores *Mus musculus*, *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus*, abordados frequentemente pelos moradores. Isso demonstra uma fauna extremamente empobrecida em termos de diversidade e bastante adaptada a áreas degradadas.

Os mesmos pressupostos se aplicam à ictiofauna local, uma vez que o igarapé Mata Fome apresenta considerada influência de lançamento de esgoto doméstico e resíduos sólidos.

Na medida em que a ação antrópica devasta a cobertura vegetal na área da Bacia, altera-se, também, o ecossistema existente, o que influencia, diretamente, os aspectos faunísticos, causando o afastamento das poucas espécies que habitam o local.

4.2.3 Aspectos antrópicos da Bacia Mata Fome

A Bacia, segundo relatos dos moradores da área, era ocupada somente por pequenos grupos de famílias denominados Paraíso de Deus, São Gaspar, Jardim Primavera, dentre outros. A área apresentava um cenário com vários animais silvestres e árvores frutíferas, além de vistosa cobertura vegetal e abundante pescado no pequeno igarapé existente. Em razão disso, este foi chamado pelos moradores de “igarapé Mata Fome”, porém, devido à ocupação desordenada que aumentava rapidamente neste local, originou-se um assentamento informal denominado “invasão Mata Fome”.

O igarapé Mata Fome foi durante muitos anos uma fonte importante de alimento e lazer para os moradores daquela área. Devido a essa função social desempenhada ao longo de vários anos, o espaço passou a ser organizado pelos moradores em comunidades. Segundo relatos informais dos moradores e da SESAN

na área da Bacia Fome estão presentes as seguintes comunidades: Bom Jesus I e II, Park Arthur Bernardes I e II, Tropical, São Vicente de Paula, Paraíso de Deus, Jardim Primavera, Novo Milênio, São Gaspar, Samaúma, Res. Cabano, Parque Iara, Campus Elísios, Parque Verde, Parque União, Dois Irmãos, Vida Nova, OECEPA, Kikuchi, Costa Brasil, Rui Barata e Ass. dos Moradores Sagrada Família.

Segundo Souza (1999), a população residente na Bacia é composta predominantemente por famílias com mais de dois filhos por casal e diferentes níveis de agregação no lar (casais com dependentes, mães solteiras com dependentes, parentes próximos, solteiros, separados, uniões homossexuais, entre outros).

Nesta área, os moradores apresentam um baixo poder aquisitivo, com renda familiar concentrada na faixa de 0,5 a 2 salários mínimos. Há um alto índice de desemprego e subemprego, sendo a grande maioria da força produtiva absorvida pelo mercado informal. As atividades ou principais fontes de renda dos chefes de família também são as mais diversas: vendedores, vigilantes, mecânicos, domésticas, pedreiros, carpinteiros, marceneiros, motoristas, carregadores, costureiras, manicures, aposentados e pensionistas, empregados formais em estabelecimentos de comércio, entre outros (SOUZA, 1999).

As atividades econômicas desenvolvidas na área da Bacia, resumem-se à prática de economia de subsistência, observada, principalmente, pelo cultivo de pequenas hortas e plantações de árvores frutíferas, particularmente bananeiras, açaizeiros, entre outras, cultivadas para sustento próprio, nos quintais de algumas residências. Existem, ainda, pequenos comércios, como bares, mercadinhos, venda de peixes, verduras e mantimentos em geral que abastecem a população local (SOUZA, 1999).

Nas visitas de campo na área Bacia, especificamente na área da Comunidade Bom Jesus I, constatou-se a inexistência de alguns serviços públicos essenciais, tais como escolas, hospitais e posto policial, sendo assim os moradores da área precisam procurar atendimento nos bairros mais próximos.

Com relação da saúde dos moradores da área as informações prestadas pelo Departamento de Vigilância à Saúde da Secretaria Municipal de Saúde (SESMA), no Distrito do Bengui foram registradas várias doenças de notificação compulsória conforme descrito na Tabela 6.

Tabela 5 – Perfil epidemiológico do DABEN/2006

Doenças de notificação compulsória			Mortalidade		
Agravos de maior incidência	Nº	%	Principais causas	Nº	%
Dengue	94	10,5	Baleamento	41	5,2
Condiloma acuminado	27	3,0	Pneumonia	38	4,8
Hepatite viral	23	2,6	Mal definidas	36	4,6
Meningite	16	1,8	AVC	33	4,2
Sífilis em adultos	5	0,6	Morte fetal	30	3,8
**	726	81,5	Demais causas**	606	77,3
Total	891	100	Total	784	100

** Agravos não declarados pelo Departamento de Vigilância à Saúde da SESMA-Belém.

Fonte: SINAN/SIM (2007)

Os dados descritos na Tabela 6 não informam com clareza a doença de maior incidência no DABEN durante o ano de 2006, fato que dificulta a análise do perfil epidemiológico nesta área. A segunda doença com maior registro foi a dengue, provavelmente relacionadas às condições de insalubridade na área.

Os elevados índices de mortalidade na área do DABEN, infelizmente não possuem causas diagnosticadas, o que permite lacunas cujas informações poderiam ser investigadas para proporcionar melhorias do sistema de saúde e justificar ações emergenciais de saneamento na área.

Na Tabela 7 é apresentada as principais causas da mortalidade no DABEN/2006.

Tabela 6 – Principais causas da mortalidade no DABEN/2006

Causas em < 5 anos	Nº	%	Causas em < 65 anos	Nº	%
Septicemia Bacteriana	21	22,6	AVC (Acidente vasco cerebral)	24	9,2
Má Formação Congênita do Coração	9	9,7	Pneumonia	21	8,0
Transtorno relacionado à Gestação Curta	9	9,7	Diabetes	15	5,7
Desconforto Respiratório do RN	8	9,6	Causas mal definidas	15	5,7
Outras Septicemias	7	7,5	Infarto Agudo do Miocárdio	14	5,3
Demais causas**	39	41,9	Demais causas**	173	66,0
Total	93	100	Total	262	100

**Causas não declaradas pelo Departamento de Vigilância à Saúde da SESMA-Belém.

Fonte: SINAN/SIM (2007)

Segundo dados registrados no Programa Gestão dos Rios Urbanos (2000), na Bacia do Mata Fome o coeficiente de mortalidade infantil aponta que morrem 24 para cada 1000 nascidos vivos.

De acordo com o SINAN (2007) no Distrito do Bengui durante o ano de 2006, não foi registrado as principais causas da mortalidade na infância e na terceira idade. A septicemia bacteriana, na infância e o AVC, na terceira idade, foram a segunda maior incidência de mortes na área. Em razão da falta de mais informações, não se pôde relacionar os dados epidemiológicos com a carência dos serviços de saneamento básico na área.

Os dados epidemiológicos divulgados pela SESMA, por meio do SINAN, são insuficientes para analisar o perfil epidemiológico da área em estudo, principalmente no registro das doenças infecto parasitárias que estão associadas com a falta de saneamento básico, como as parasitoses intestinais.

4.2.4 A qualidade das águas da Bacia Mata Fome

A utilização que o homem faz da água, para consumo pessoal, uso doméstico ou outras atividades, que resulta em resíduos, os quais voltam novamente aos recursos hídricos. Se não tratados, causam poluição e alteram a qualidade da água, o que a torna imprópria ao homem ou a outras formas de vida.

Nos últimos anos, a bacia do Mata Fome vem sofrendo diversos usos conflitantes. Estes são causados pelos próprios moradores das proximidades do igarapé Mata Fome, principalmente pela disposição inadequada dos resíduos sólidos e pelo lançamento de esgotos domésticos sem tratamento. Assim, o igarapé deixou de desempenhar sua função social, sobretudo pelo inadequado processo de urbanização, que se reflete negativamente sobre a própria qualidade de vida dos moradores.

Com base nessa avaliação, a área da bacia do Mata Fome apresenta um cenário preocupante de degradação ambiental, especialmente do seu principal curso hídrico, igarapé Mata Fome. Os estudos realizados por alguns autores já evidenciam o comprometimento da qualidade das águas desse igarapé.

Pena Filho (1999) realizou estudos socioeconômicos e físico-ambientais na nessa bacia para subsidiar a elaboração do relatório técnico do Programa de Gestão Urbana da América Latina e Caribe (PGU/ALC). Na caracterização das águas superficiais, foram obtidos os seguintes valores: pH 4,58, condutividade elétrica 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 1,62 mg/L de NH_4^+ , 0,001 de NO_2^- , 4,40 de NO_3^- , oxigênio dissolvido 0,8 mg/L, coliformes fecais na ordem de 11.000 NMP/100ml e coliformes totais de 28.000 NMP/100ml, enquanto na água subterrânea foi observado pH de 2,60 e condutividade elétrica de 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 0,57 mg/L de NH_4^+ , 0,05 de NO_2^- , 4,84 de NO_3^- , o que indicava uma pequena concentração dos poluentes no curso d'água, além de uma vulnerabilidade à contaminação do aquífero nessa área.

Gaspar (2001), na avaliação do impacto da ocupação urbana sobre as águas da bacia hidrográfica do igarapé Mata Fome, obteve valores de pH mais elevados no período de estiagem, que atingiram um máximo de 8,7; no período chuvoso, os valores mantiveram-se próximos de 7. Os baixos valores de oxigênio dissolvido nas águas do igarapé foram de 1,0 e 3,5 mg/L e são atribuídos aos esgotos domésticos lançados *in natura*. A pesquisadora apresentou, ainda, valores médios de condutividade de 260 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (estiagem) e 123,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (chuvoso); de coliformes fecais na ordem de 41.000 NMP/100ml (estiagem) e de 64.000 (chuvoso), além de coliformes totais, na de 259.000 NMP/100ml (estiagem) e de 149.000 NMP/100ml (chuvoso). Os elevados valores obtidos evidenciaram a lixiviação de excrementos humanos, principalmente nos períodos chuvosos.

Barbosa e Silva (2002), em sua pesquisa, estimaram a carga orgânica poluidora da bacia do Mata Fome, considerando 56.637 habitantes e densidade demográfica de 4,38 hab/ Km^2 , assim como carga per capita de 54 g de DBO produzido por habitante dia, segundo preconizado pela NBR 12.209/90, coeficiente de retorno 80% e valores per capita de 265 litro/hab/dia. Com base nos estudos realizados para a cidade de Belém, estimou-se a vazão e a carga orgânica gerada na bacia de 12.007 m^3/dia e 3,1 ton/dia de DBO, respectivamente. No estudo foi ressaltado que a carga poluidora lançada nos cursos hídricos da bacia tende a aumentar ao longo do tempo; portanto, se nenhuma intervenção for realizada pelo poder público para amenizar tal situação, todos os recursos hídricos próximos tendem a ficar comprometidos, sobretudo, o igarapé Mata Fome que representa o principal canal hídrico da bacia.

Segundo Sousa *et al* (2003) estudou a caracterização preliminar das águas superficiais das principais bacias hidrográficas que deságuam na baía do Guajará, foram obtidos dados da bacia do Mata Fome com valores de pH 7,2 (estiagem) e 5,9 (período chuvoso). No período de estiagem, foram encontrados valores de oxigênio dissolvido de 2,5 mg/L e de condutividade de 283 μ S/cm; valores que no período chuvoso foram de 1,7 mg/L e de 77,9 μ S/cm, respectivamente. Os resultados de coliformes fecais foram na ordem de $2,1 \times 10^4$ NMP/100ml (estiagem) e de $2,3 \times 10^5$ NMP/100ml (chuvoso). Apesar do reduzido número de amostras analisadas no trabalho, os resultados obtidos possivelmente decorrem da poluição por despejos de natureza doméstica.

Diante do exposto, os dados dos pesquisadores já alertam para a expressiva mudança da qualidade das águas e o acréscimo da matéria orgânica na Bacia Mata Fome, principalmente pela ausência de sistemas para tratamento do esgoto doméstico gerado pela comunidade.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu em três fases: investigação e levantamento de dados, pesquisa de campo e tratamento dos dados.

A primeira fase, de investigação e levantamento de dados, compreendeu nas seguintes atividades: escolha da temática de investigação; revisão de literatura, delineamento epidemiológico da área, coleta de dados secundários, levantamento de mapas; escolha das variáveis físico-químico, bacteriológico e parasitológico das águas e sedimento a serem investigadas; elaboração do plano de trabalho; aquisição de materiais e recursos para análise laboratorial; entre outros.

Na fase de trabalho de pesquisa de campo, as atividades desenvolvidas foram: envolvimento com líderes comunitários; delimitação da área de estudo; diagnóstico dos serviços de saneamento; seleção dos pontos de amostragem; preparo do material para coleta de amostras e de substâncias químicas; entre outros.

A análise e o tratamento dos dados primários e secundários constituem a terceira etapa da pesquisa. Nesta fase, os resultados das análises da água e sedimento foi submetido às operações estatísticas descritivas, estudo dos resultados obtidos no campo com a legislação vigente, cálculo do índice de qualidade da água e análises comparativas dos estudos realizados por outros pesquisadores.

5.1 LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO NA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa buscou uma investigação da oferta dos serviços de saneamento básico (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas) prestados pelo poder público.

O diagnóstico dos serviços de saneamento baseou-se em uma análise temática pela exploração de dados de fontes secundárias, pesquisa de campo e tratamento e interpretação dos dados obtidos, englobando os bairros da Pratinha, São Clemente, Tapanã e Parque Verde.

Contudo somente a Comunidade Bom Jesus I, localizada no bairro da Pratinha, foi alvo da pesquisa de campo devido sua proximidade com a foz do igarapé Mata Fome, conforme Fotografia 10. As visitas na área em estudo ocorreram no período de janeiro a setembro de 2006, sendo acompanhadas pelo presidente da Comunidade que apontou as dificuldades dos moradores.



Fotografia 10 – Centro Comunitário da Comunidade Bom Jesus I
Fonte: Direta (2006)

5.2 DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

Os pontos de amostragem na área de estudo, situada na Comunidade Bom Jesus I, compreende um polígono irregular formado pela Rodovia Arthur Bernardes, Rua Paulo Guilherme, Travessa Nova Olinda, Rua Castanheira, Passagem Santo Antônio e seu entorno. Na Figura 15 é ilustrado o polígono irregular da área de estudo no igarapé Mata Fome.

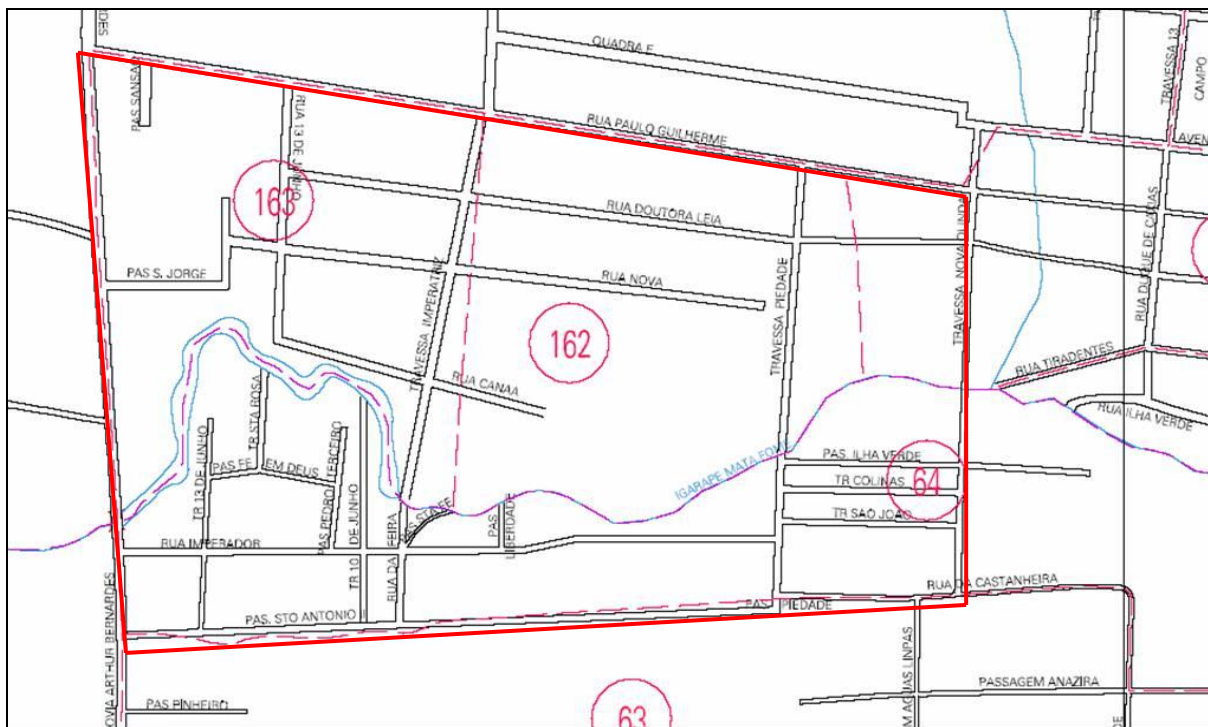


Figura 15 – Polígono irregular da área de estudo, bacia do Mata Fome
 Fonte: Setor Censitário, IBGE (2000c)

No percurso foz-nascente do igarapé Mata Fome foram selecionados 9 (nove) pontos de coleta, perfazendo cerca de 1,4 Km do seu curso natural. Os pontos de coleta foram georreferenciados e plotados em mapa, bem como registrados, através de ampla cobertura fotográfica. Na Figura 16, Figura 17 e na Figura 18 são demonstrados o perímetro dos pontos de amostragem escolhido para avaliação do igarapé Mata Fome.

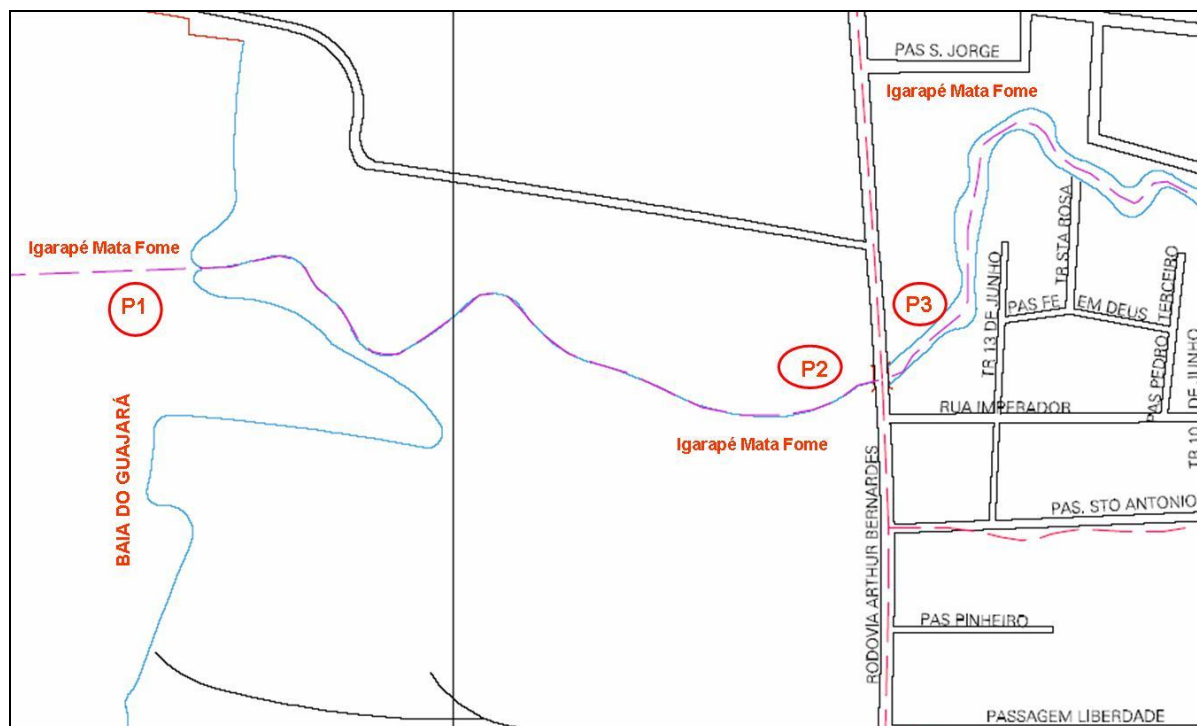


Figura 16 – Pontos de amostragem 1, 2 e 3, no igarapé Mata Fome
Fonte: Setor Censitário, IBGE (2000c)

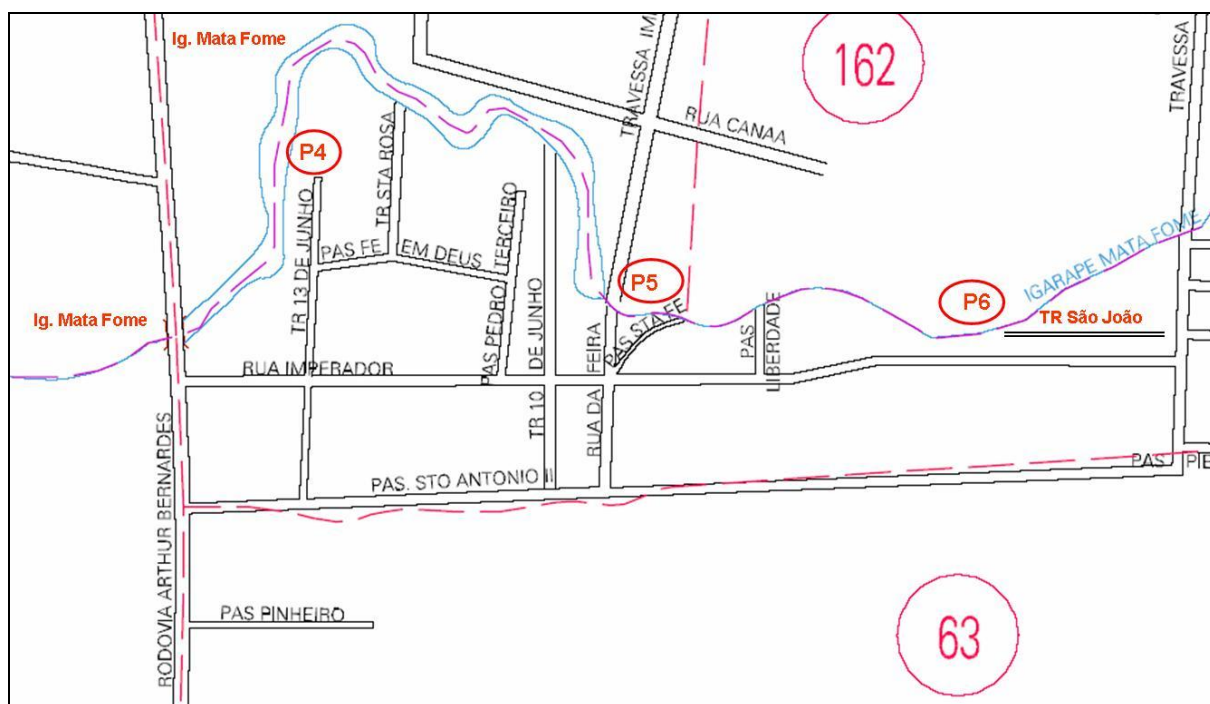


Figura 17 – Pontos de amostragem 4, 5 e 6, no igarapé Mata Fome
Fonte: Setor Censitário, IBGE (2000c)

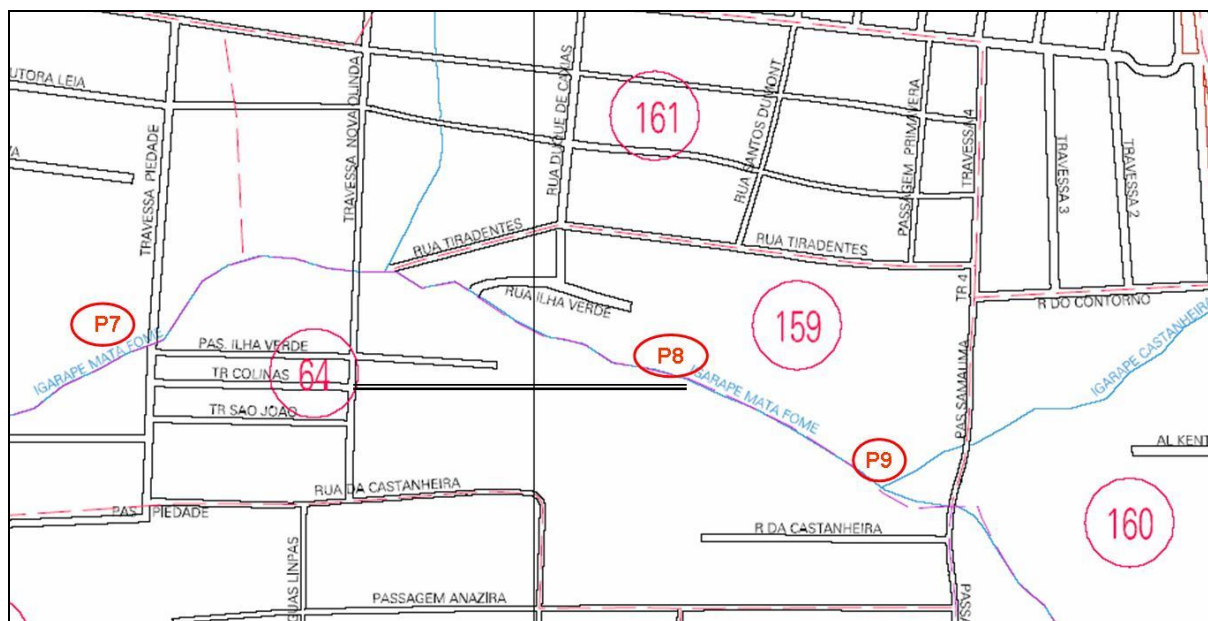


Figura 18 - Pontos de amostragem 7, 8 e 9, no igarapé Mata Fome
Fonte: Setor Censitário, IBGE (2000c)

Os pontos de coleta localizados em direção à nascente foram excluídos, tendo em vista a dificuldade de acessar o igarapé pela presença de vegetação, além da insegurança no local para realizar a pesquisa.

A partir de estudos dos dados pluviométricos de Belém obtidos no Núcleo de Hidrometeorologia (2007), o mês fevereiro e setembro de 2006 apresentaram precipitação pluviométrica média mensal de 417,5 mm e 140,8 mm, respectivamente.

As coletas foram realizadas nos dias 20 de fevereiro e 05 de setembro de 2006, com precipitação pluviométrica diária respectiva de 3,5 mm e 2,4 mm (INMET, 2007).

Contudo o igarapé Mata Fome sofre influência direta da maré estuarina da baía do Guajará, sendo necessário o estudo da maré no período da coleta.

De acordo com o Centro de Hidrografia da Marinha (2007) em Belém existem três pontos de leitura de marégrafo, instalados para registro de oscilação das marés, a saber, na ilha de Mosqueiro, no porto de Belém e na ilha dos Guarás.

Na Tabela 7 é apresentado as leituras das marés, no período da coleta, tomadas na ilha de Mosqueiro e no porto de Belém.

Tabela 7 - Tábuas de marés no estado do Pará

Ilha do Mosqueiro				Porto de Belém			
SEG 20/02/06		TER 05/09/06		SEG 20/02/06		TER 05/09/06	
Hora	Alt.(m)	Hora	Alt.(m)	Hora	Alt.(m)	Hora	Alt.(m)
02:26	2,8	02:30	0,7	03:06	2,7	03:39	0,9
08:39	0,7	08:17	3,2	09:34	0,9	08:47	3,1
14:45	3,0	15:43	0,4	15:11	3,0	16:47	0,6
21:28	0,9	21:09	3,2	22:38	1,0	21:49	3,0

Fonte: CHM (2007)

Na Gráfico 10 é apresentado as leituras das marés, no período da coleta, tomadas no porto de Belém, pontos considerados mais próximos à foz do igarapé Mata Fome.

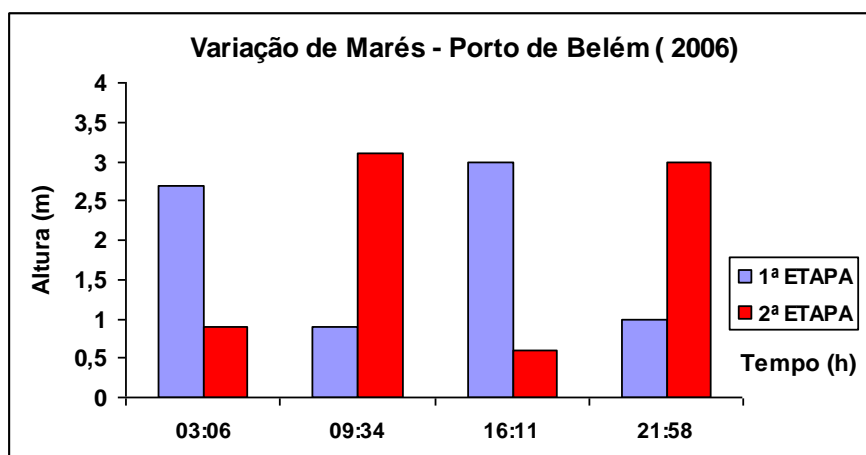


Gráfico 10 – Variação de marés no porto de Belém

Fonte: CHM (2007)

A primeira coleta no igarapé Mata Fome realizada no período chuvoso, na baixa-mar a maré atingiu altura de 0,9 m, no entanto na segunda coleta realizada no período de estiagem, na preamar a maré atingiu altura de 3,1 m, conforme mostrado na Fotografia 11 e a Fotografia 12, respectivamente.



Fotografia 11 – Coleta na baixa-mar, fevereiro de 2006.

Fonte: Direta (2006)



Fotografia 12 – Coleta na preamar, setembro de 2006.

Fonte: Direta (2006)

O primeiro ponto de amostragem selecionado foi no sentido foz- nascente, na baía do Guajará; os outros oito, ao longo do igarapé. Ressalta-se que os pontos 2 e 3 estão localizados à montante e à jusante da rodovia Arthur Bernardes. Os pontos 4, 5, 6, 7 e 8 estão localizados nas áreas mais densamente povoadas e o ponto 9, encontra-se na área de bifurcação do igarapé Mata Fome, conforme ilustrado na Figura 19.



Figura 19 - Localização dos pontos de amostragem georreferenciados.
Fonte: Google Earth (2000)

Na Tabela 8, mostra os pontos selecionados no igarapé Mata Fome foram devidamente identificados e georreferenciados para realização das análises laboratoriais.

Tabela 8 - Identificação e georreferenciamento dos pontos de coleta

Pontos de Coleta		Coordenadas geográficas	Descrição
P1	Ponto 1	01°21'19.3" S	Foz do igarapé Mata Fome (baía do Guajará)
		48°28'51.2" W	
P2	Ponto 2	01°21'17.9" S	Rodovia Arthur Bernardes (jusante)
		48°28'39.3" W	
P3	Ponto 3	01°21'17.9" S	Rodovia Arthur Bernardes (montante)
		48°28'37.5" W	
P4	Ponto 4	01°21'14.4" S	Travessa 13 de Junho
		48°28'35.0" W	
P5	Ponto 5	01°21'17.4" S	Passagem Santa Fé
		48°28'30.3" W	
P6	Ponto 6	01°21'16.7" S	Travessa São João
		48°28'25.1" W	
P7	Ponto 7	01°21'12.4" S	Travessa Piedade
		48°28'22.0" W	
P8	Ponto 8	01°21'16.9" S	Travessa Colina
		48°28'18.3" W	
P9	Ponto 9	01°21'20.4" S	Passagem Castanheira
		48°28'12.3" W	

Na Tabela 9 é descrito as distâncias entre os pontos de amostragem, totalizando um percurso de 1,4 Km no sentido foz-nascente do igarapé Mata Fome. A média de um ponto para outro é de 181,1 m.

Tabela 9 - Distâncias entre os pontos de amostragem

Pontos	Distância (m)
P1 e P2	370,52
P2 e P3	55,70
P3 e P4	131,87
P4 e P5	172,38
P5 e P6	162,09
P6 e P7	162,82
P7 e P8	179,29
P8 e P9	214,35
TOTAL	1449,02
Média	181,13

Na Figura 20 e na Fotografia 13 é apresentado o primeiro ponto de coleta selecionado no igarapé Mata Fome, localizado na Baía do Guajará.

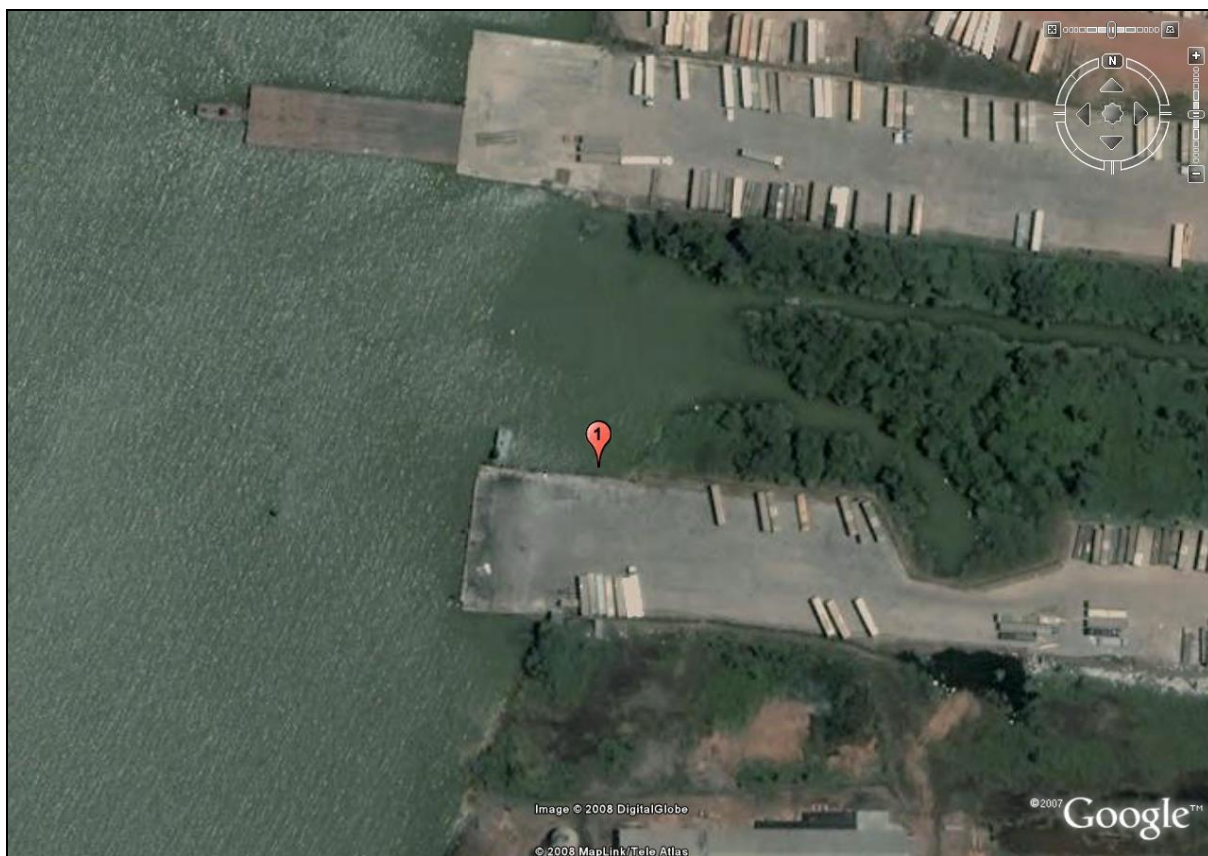


Figura 20 - Localização do ponto 1, foz do igarapé Mata Fome (baía do Guajará).
Fonte: Google Earth (2000)



Fotografia 13 – Ponto 1, foz do igarapé Mata Fome (baía do Guajará).
Fonte: Direta (2006)

Na Figura 21, Fotografia 14 e Fotografia 15 são apresentados o segundo e terceiro ponto de coleta selecionado no igarapé Mata Fome, localizados nas proximidades da Rodovia Arthur Bernardes.

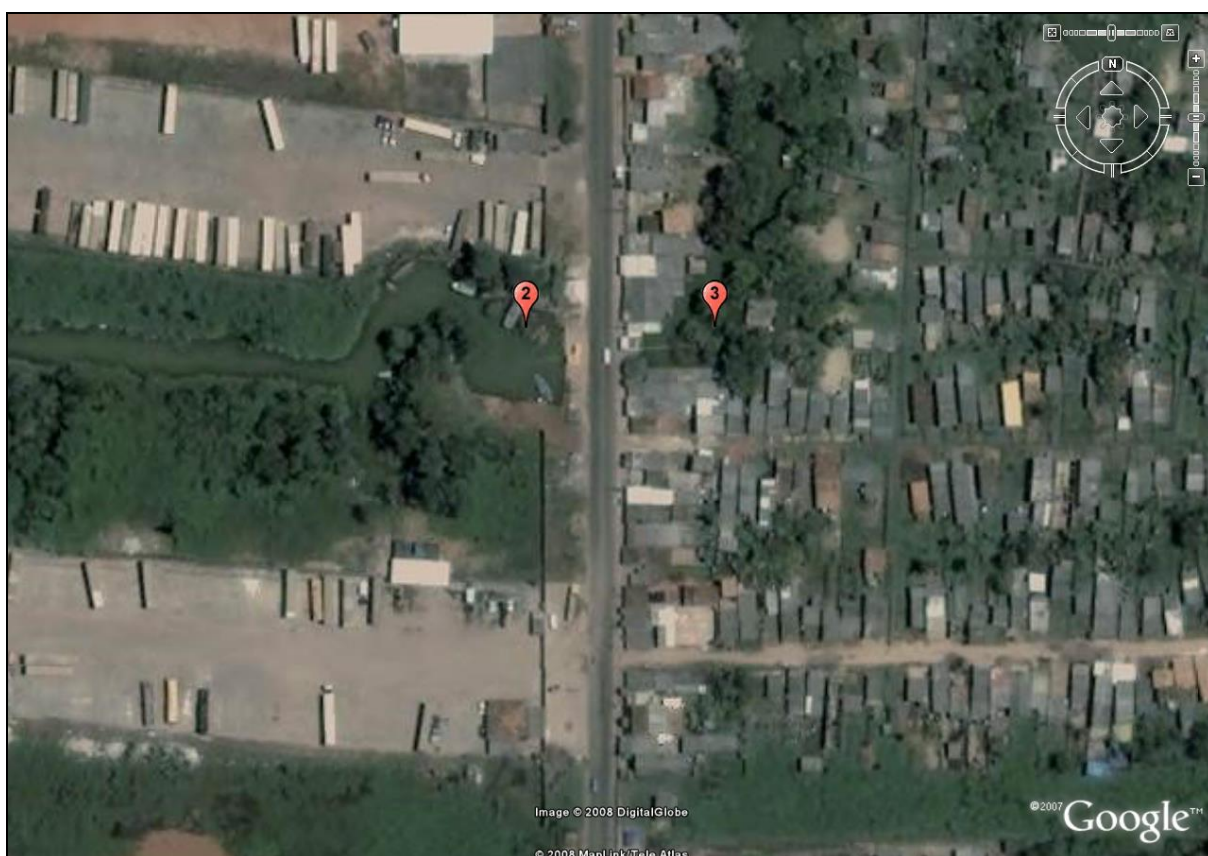


Figura 21 - Localização dos pontos 2 e 3, no bairro da Pratinha.
Fonte: Google Earth (2000)



Fotografia 14 – Ponto 2, Rodovia Arthur Bernardes (jusante).
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 15 – Ponto 3, Rodovia Arthur Bernardes (montante).
Fonte: Direta (2006)

Na Figura 22, Fotografia 16 e Fotografia 17, são apresentados o quarto e o quinto ponto de coleta selecionados no igarapé Mata Fome, localizados na área da Comunidade Bom Jesus I.

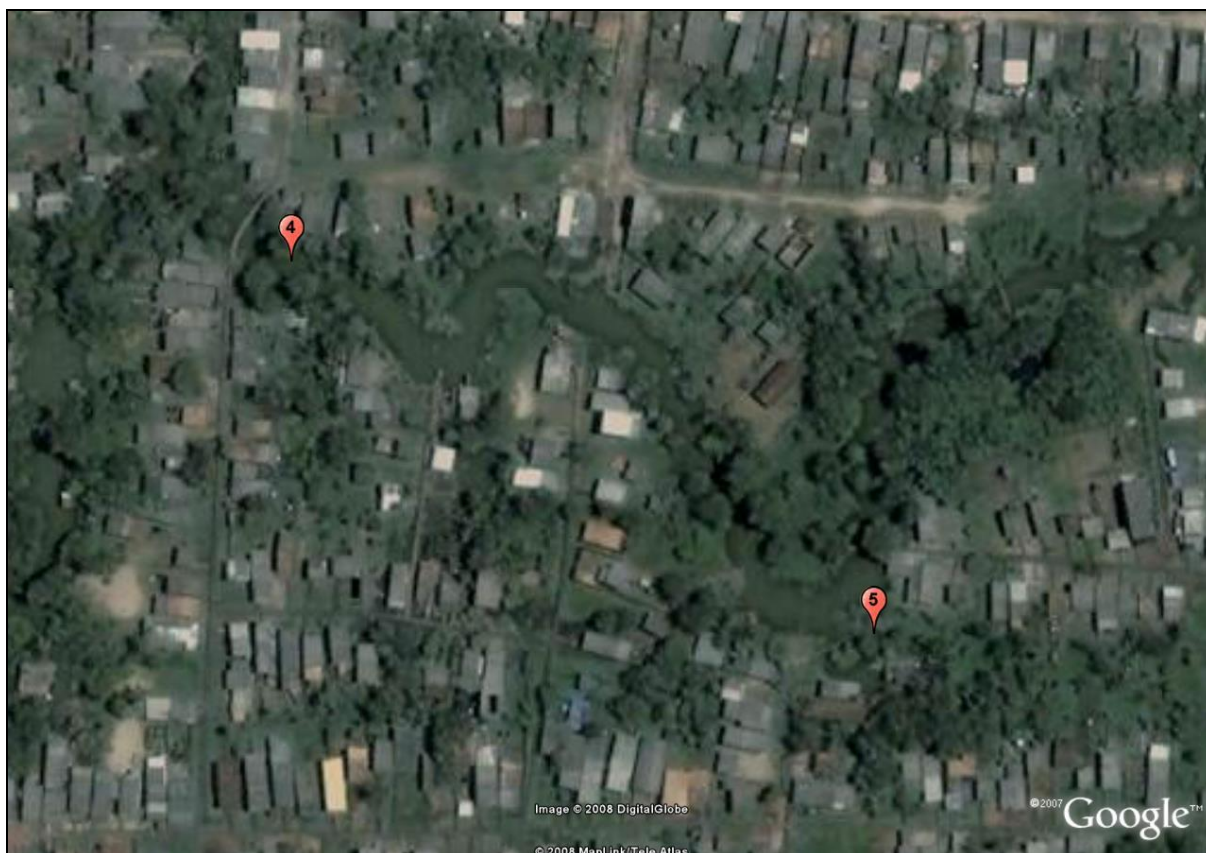
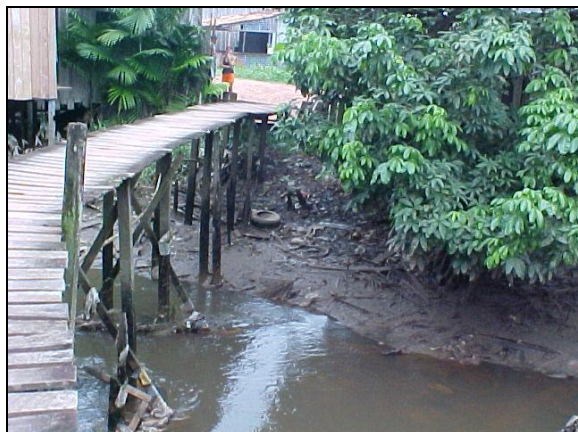


Figura 22 - Localização dos pontos 4 e 5, no bairro da Pratinha.
Fonte: Google Earth (2000)



Fotografia 16 – Ponto 4, Travessa 13 de Junho.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 17 – Ponto 5, Passagem Santa Fé.
Fonte: Direta (2006)

Na Figura 23, Fotografia 18 e Fotografia 19 são apresentados o sexto e sétimo ponto de coleta selecionados no igarapé Mata Fome, localizados na área da Comunidade Bom Jesus I.

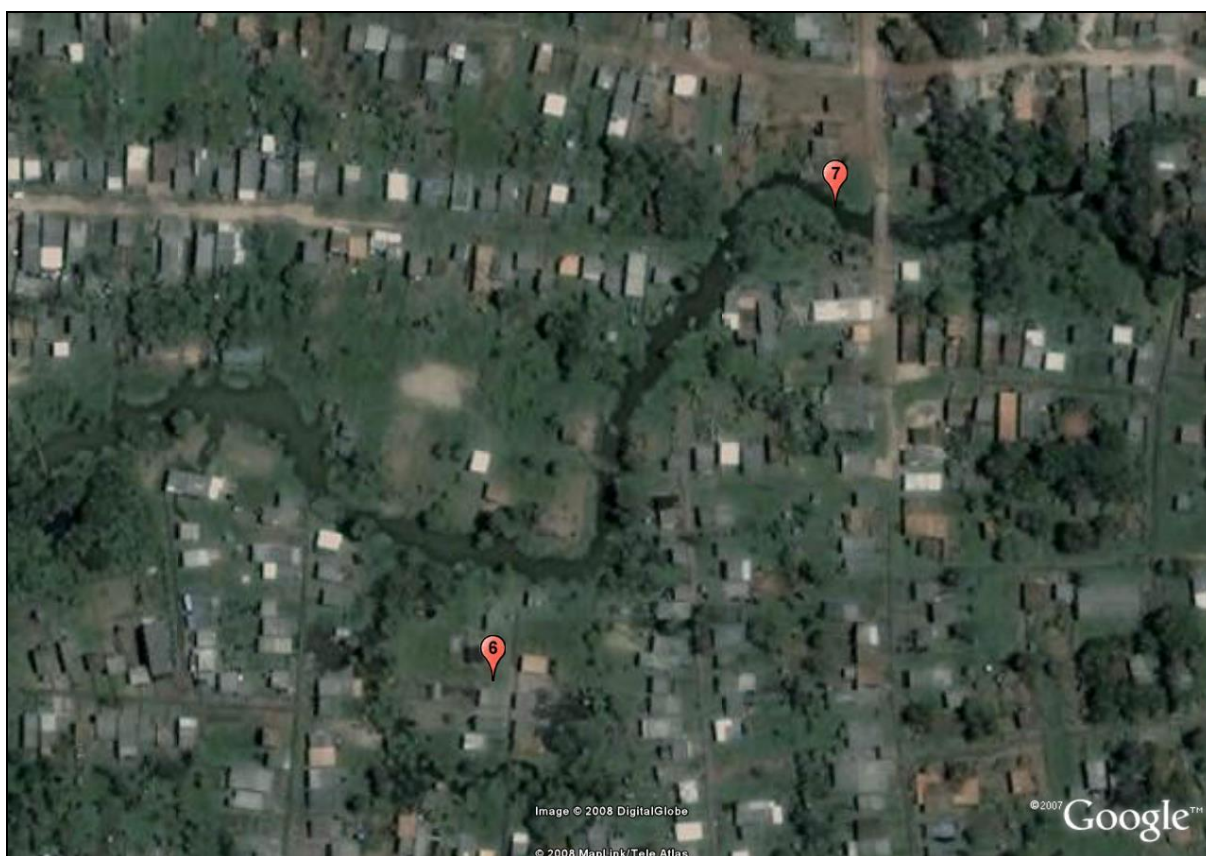
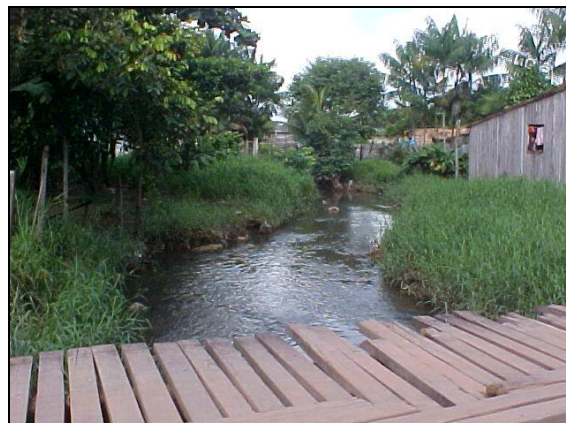


Figura 23 - Localização dos pontos 6 e 7, no bairro da Pratinha.
Fonte: Google Earth (2000)



Fotografia 18 – Ponto 6, Travessa São João
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 19 – Ponto 7, travessa Piedade.
Fonte: Direta (2006)

Na Figura 24, Fotografia 20 e Fotografia 21 são apresentados o oitavo e nono ponto de coleta selecionados no igarapé Mata Fome, localizados na área da Comunidade Bom Jesus I.

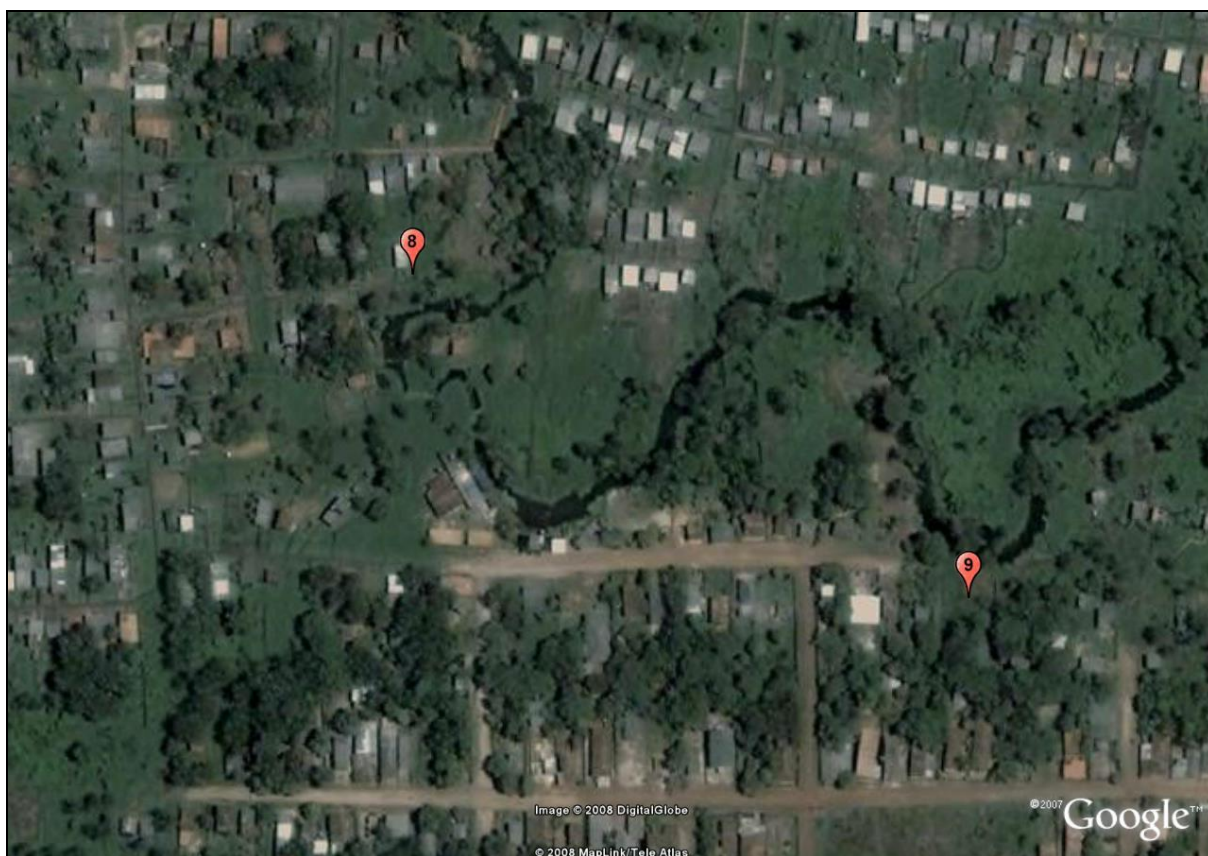


Figura 24 - Localização dos pontos 8 e 9, no bairro da Pratinha.
Fonte: Google Earth (2000)



Fotografia 20 – Ponto 8, travessa Colina.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 21 – Ponto 9, passagem Castanheira.
Fonte: Direta (2006)

5.3 DETERMINAÇÃO DE PÂRAMETROS LABORATORIAIS

Nas amostras foram analisados os parâmetros físico-químicas, microbiológicas e parasitológicas das águas e parâmetros químicos e parasitológicos do sedimento nos nove pontos selecionados do igarapé Mata Fome, conforme Quadro 4, são descritas os parâmetros utilizados na pesquisa.

Águas superficiais do igarapé Mata Fome	
Físico-químicas	Cor aparente, turbidez, sólidos totais fixos e voláteis, pH, oxigênio dissolvido, Demanda Química de Oxigênio e Demanda Bioquímica de Oxigênio
Microbiológicas	Coliformes totais e coliformes termotolerantes (fecais)
Parasitológicas	Identificação de helmintos e protozoários
Sedimento (lodo) das margens do igarapé Mata Fome	
Químicas	Nitrogênio Total Kjeldhal e Fósforo Total
Parasitológicas	Identificação de helmintos e protozoários

Quadro 4 - Descrição dos parâmetros que serão realizados na pesquisa

As análises de água e sedimentos foram realizadas no Laboratório de Química Analítica e Ambiental (LAQUANAM/UFGA), no Laboratório de Parasitologia da UFGA e no Laboratório de Saneamento do Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará (CEFET/PA).

5.3.1 Coleta de amostra de água superficial e sedimento

As coletas das amostras das águas e sedimentos no igarapé Mata Fome foram realizadas no período matutino, considerando os cuidados de assepsia. As amostras foram transportadas para o laboratório em caixas isotérmicas (isopor) com cubos de gelo para suportar a variação de temperatura durante o tempo da coleta na área.

O tempo de coleta das amostras na área durou em média, de 5 (cinco) horas, pois os pontos de coleta eram situados em locais de difícil acesso. Na ocasião da coleta, foram determinadas as variáveis de pH, temperatura e oxigênio dissolvido da água, conforme ilustrados na Fotografia 22 e na Fotografia 23.



Fotografia 22 – Medição de oxigênio dissolvido na água do igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 23 – Medição de pH na água do igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)

Na Fotografia 24 e na Fotografia 25 são ilustradas coleta da água superficial e do sedimento às margens do igarapé Mata Fome.



Fotografia 24 – Coleta da água superficial do igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 25 – Coleta do sedimento nas margens do igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)

No Quadro 5 é apresentado o método de acondicionamento das amostras coletadas.

Águas superficiais do igarapé Mata Fome	
Físico-químicas	Frascos de polietileno com capacidade de 1000ml. Para as análises de DBO e DQO, foram utilizados frascos de polietileno de 500 mL.
Microbiológicas	Frascos de vidros estéreis com capacidade volumétrica para 200 mL
Parasitológicas	Frascos de polietileno com capacidade para 1000 mL
Sedimento das margens do igarapé Mata Fome	
Químicas	Foram utilizados sacos plásticos resistentes com capacidade de 1000 mL
Parasitológicas	Foram utilizados frascos coletores com capacidade para 50 mL

Quadro 5 – Método de acondicionamento das amostras

De acordo com Solomons; Forstner (1984) as amostras de sedimento coletadas às margens do igarapé devem passar por um tratamento prévio que compreende as seguintes etapas:

- Secagem em estufa
- Temperatura de 40°C para eliminação da umidade. Dependendo das características mineralógicas das amostras muitas necessitaram de tempo variado de secagem. As amostras de aspecto lamoso (de maior teor de argila + silte) utilizaram período mais longo para secagem, enquanto as de aspecto arenoso, período mais curto;

- Depois de secas, as amostras foram trituradas em um gral de ágata com auxílio de um pistilo, ambos de porcelana;
- Em seguida, foram peneiradas a uma fração < 75 μ m (50 mesh), que representa a parte mais significativa das interações entre sólidos e líquidos.
- Finalmente, foram submetidas à análise química.

5.3.2 Análise laboratorial das amostras

No Quadro 6, é apresentado os métodos e os equipamentos utilizados na determinação dos parâmetros para analisar a água superficial e o sedimento do igarapé Mata Fome.

Parâmetros	Método
Águas superficiais do igarapé Mata Fome	
pH	Potenciométrico
Turbidez	Nefelométrico
Cor aparente	Colorimétrico
Condutividade	Potenciométrico
Temperatura	Potenciométrico
Sólidos totais fixos	Gravimétrico
Sólidos totais voláteis	Gravimétrico
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Método de incubação por 5 dias com diluição
Demanda Química de Oxigênio	Método de oxidação por dicromato de potássio em meio ácido
Oxigênio Dissolvido	Potenciométrico
Protozoários e Helmintos	Identificação de estágios parasitológicos (protozoários e helmintos) por flutuação forçada – Método de Faust e Cols 1938
Coliformes Totais Coliformes Termotolerantes (fecais)	Técnica de tubos múltiplos
Sedimento às margens do igarapé Mata Fome	
Nitrogênio Total Kjeldhal	Determinação de Nitrogênio Total: utilizou-se o método Kjeldahl

Fósforo Total	Determinação do Fósforo Total, utilizou-se o método de digestão da amostra, seguido de espectroscopia, através da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibdico produzido pela redução do molibdato com o ácido ascórbico
Protozoários e Helmintos	Identificação de estágios parasitológicos (protozoários e helmintos) pela sedimentação forçada por centrifugação

Quadro 6 - Descrição de métodos e equipamentos utilizados na pesquisa

Nas análises seguiu-se a metodologia descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998) e nas Normatizações Técnicas da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2005).

A seguir, é descrita a técnica utilizada na parasitologia e na determinação de metais (nitrogênio total e fósforo total).

a) Técnica de identificação de protozoários e helmintos

As técnicas utilizadas na identificação de cistos de protozoários e ovos de helmintos em água e sedimento para estudo da parasitologia humana nesta pesquisa se basearam, no processo físico de sedimentação. O processo tem o objetivo de determinar a presença ou, a ausência, do parasita e, não, a quantidade deste. As amostras de águas e sedimento coletadas no igarapé Mata Fome foram submetidas aos seguintes métodos parasitológicos:

- *Sedimentação forçada por centrifugação*

As amostras foram colocadas em tubos de centrífuga e submetidas à centrifugação 2.000 rpm (rotação por minuto) durante dois minutos. Com uma pipeta Pasteur, foram retiradas alíquotas de cada amostra e dispostas em 3 lâminas, que foram homogeneizadas com lugol e analisadas ao microscópio, em objetivas de 10x e 40x.

- *Flutuação forçada – Método de Faust e Cols 1938.*

As amostras foram filtradas através de gazes dobradas em 4 partes em um tubo de centrífuga e centrifugadas, a 2.500 rpm, durante um minuto. Este procedimento foi realizado duas vezes, até o sobrenadante ficar límpido.

Em seguida decantou-se a água da última lavagem e reintegrou o sedimento em solução de sulfato de zinco a 33% e centrifugou a 2.500 rpm durante um minuto. Com alça de platina, tocava-se levemente a superfície do líquido para que a película aderida à alça fosse removida e transportada para 3 lâminas de microscopia, que foram homogeneizadas com lugol e, posteriormente, examinadas pela microscopia ótica em objetivas de 10x e 40x. Este procedimento repetiu-se para cada amostra.

b) Técnica de determinação de Nitrogênio Total Kjeldhal

O Nitrogênio Total Kjeldhal é a soma das formas de nitrogênio orgânico e amoniacal, ambas estão presentes em detritos de nitrogênio orgânico oriundo de atividades biológicas naturais. A determinação deste parâmetro foi realizada utilizando-se o método de Kjeldahl, que emprega como solução digestora uma mistura de H_2SO_4 (age como acidante), $CuSO_4$ (age como catalisador) e Na_2SO_4 (age como agente térmico), e como titulante uma solução alcalina (SOLOMONS, W. & FORSTNER, 1984).

O ácido sulfúrico tem as seguintes funções: conversão de sulfatos a sulfatos ácidos, oxidação de acelerados orgânicos como sucrose, ácido benzóico, ácido salicílico e oxidação da amostra. Uma parte do ácido é perdida por ebulição e um excesso do mesmo é necessário, na fase de digestão da amostra, a fim de assegurar a ausência de perdas por volatilização dos sais amoniacais.

O sulfato de sódio, em mistura com ácido sulfúrico, funciona como agente térmico, elevando o ponto de ebulição da mistura, assegurando a manutenção da temperatura desejada ao processo.

Como catalisador positivo é empregado o sulfato de cobre para acelerar a decomposição da matéria orgânica. Após a digestão, o nitrogênio amoniacal é deslocado por hidróxido de sódio e destilado por aquecimento.

O recolhimento do nitrogênio amoniacal acontece em solução de ácido bórico a 4% em presença da mistura dos indicadores: Tetrabromo-m-cresol, sulfonftaleína (verde de bromocresol) e O- carboxibenzeno-azo-dimetil anilina (vermelho de metila).

c) Técnica de determinação do Fósforo Total

O fósforo em ambiente aquático apresenta-se particulado e dissolvido. O material particulado, ao precipitar, integra-se aos sedimentos de fundo do corpo hídrico. A presença excessiva deste elemento pode ocasionar o processo de eutrofização em ecossistemas aquáticos.

Para a determinação do Fósforo Total, a metodologia consiste em: pesar 0,1g de amostra seca em cadinho de Teflon; adicionar, em seguida, 10mL de HF + HClO₄, a fim de liberar o fósforo orgânico; levar a chapa aquecedora em banho de areia e evaporar até a secura; acrescentar novamente 10mL de HF + HClO₄ e evaporar até a secura; acrescentar, após isso, 5mL de uma solução HCl; aferir, finalmente, a solução com água ultrapura em um balão de 50mL para posterior análise de metais (adaptado de Lemos, 2005).

O fósforo extraído é determinado espectroscopicamente a comprimento de onda de 830nm, através da leitura da intensidade da cor azul do complexo fosfomolibdico produzido pela redução do molibdato de amônio com o ácido ascórbico (EMBRAPA, 1997).

5.3.3 Índice de qualidade da água - IQA

A classificação atual das águas no Brasil é estabelecida pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), por meio da resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Nesta resolução, as águas do território nacional são classificadas em águas doces, salobras e salinas, sendo essencial a defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes.

A qualidade da água é um aspecto que não se restringe à determinação da pureza da mesma, mas às características desejadas para seus diversos usos. Tanto as características físicas, químicas e biológicas da água podem ser alteradas. Frequentemente, a alteração é causada pela multiplicidade de usos da mesma, cujos interesses, muitas vezes, são conflitantes, o que gera impactos negativos sobre a biodiversidade e sobre os recursos naturais (LOPES, 2007).

Para o planejamento e gestão sustentável dos recursos hídricos contidos nas bacias hidrográficas, várias técnicas vêm sendo aplicadas por pesquisadores no desenvolvimento de Índice de Qualidade de Água (IQA).

Segundo Almeida; Schwarzbold (2003) *apud* Lopes (2007) o IQA é empregado nas mais diferentes formas como uma metodologia integradora, convertendo várias informações em um único resultado numérico. Além disso, representa o nível de qualidade de água e elimina as tendências individuais dos pesquisadores. O uso de índices de qualidade de água é uma tentativa que os programas de monitoramento de águas superficiais preveem como uma forma de acompanhar, através de informações resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos na extensão das bacias hidrográficas ao longo do tempo.

O IQA da *National Sanitation Foundation* (NSF) é um dos índices mais utilizados no Brasil. Em alguns casos com sua metodologia original; em outros, com adaptações regionais. Estes semelhantes aos procedidos pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (COMITE SINOS) e pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2001).

A CETESB (2001) a partir de estudos realizou algumas adaptações ao IQA da NSF, e desde então o utiliza para avaliar a qualidade das águas no estado de São Paulo. O índice adaptado incorpora também nove variáveis ambientais físico-químicas e químico-bacteriológicas, por meio de metodologias específicas. O IQA é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais.

A seguinte fórmula é utilizada para esse fim: $IQA = \sum p_i \cdot q_i$, em que:

- **IQA**: índice de qualidade das águas. Um número entre 0 e 100, de modo que quanto maior é o valor do IQA, melhor é a qualidade da água;
- **pi**: produtório
- **qi**: qualidade da i-ésima variável. Um número entre 0 e 100, obtido pelo respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);
- **wi**: peso correspondente à i-ésima, variável fixada em função de sua importância para a conformação da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que a somatório de wi seja igual a 1.

A variável temperatura é levada em conta no IQA como um desvio, seja qual for o nível de temperatura de equilíbrio. Essa temperatura de equilíbrio é aquela que ocorre naturalmente, quando não há influência de descargas aquecidas ou resfriadas. Em termos práticos, o valor constante de $t = 0$ ($q_i = 94$) é o considerado pela CETESB (2001).

Dados da Von Sperling (2007) *apud* CETESB (2001) indica que o valor final do IQA deve classificar a qualidade da água em ótima, boa, aceitável, ruim ou péssima, conforme apresentado no Quadro 7.

Classificação	Cor	Faixa de IQA
Ótima	Azul	$80 \leq \text{IQA} \leq 100$
Boa	Verde	$52 \leq \text{IQA} < 80$
Aceitável	Amarela	$37 \leq \text{IQA} < 52$
Ruim	Vermelha	$20 \leq \text{IQA} < 37$
Péssima	Preta	$0 \leq \text{IQA} < 20$

Quadro 7 – Classificação da qualidade da água, segundo CETESB
Fonte: Von Sperling (2007) *apud* CETESB (2001)

No Quadro 8 é apresentado os valores dos pesos **qi** de cada parâmetro do IQA-CETESB.

Parâmetro	Unidade	Peso (qi)
Coliformes termotolerantes	NPM/100 mL	0,15
pH	-	0,12
DBO ₅	mg/L	0,10
Nitrogênio total	mgN/L	0,10

Fósforo total	mgPO ₄ /L	0,10
Diferença de temperatura	°C	0,10
Turbidez	NTU	0,08
Sólidos totais	Mg/L	0,08
OD	% saturação	0,17

Quadro 8 – Valores dos pesos q_i de cada parâmetro do IQA
Fonte: Von Sperling (2007) *apud* CESTEB (2001)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 O SANEAMENTO BÁSICO NA ÁREA DE ESTUDO

Os serviços de saneamento enquadram-se como serviço público da área de infraestrutura, essencial para a vida humana e a salubridade ambiental, considerado distinguível e integrante das políticas sociais. Contudo a realidade dos investimentos no setor de saneamento ao longe desses anos na cidade de Belém não favorece este direito social ao cidadão.

A complexa situação da área da bacia Mata Fome ocasionada por um processo de urbanização desordenado e desprovido dos serviços de saneamento tem contribuído para um processo acelerado de poluição do igarapé Mata Fome.

As pesquisas de campo realizadas na Comunidade Bom Jesus I, situada no bairro da Pratinha, evidencia as condições de infraestrutura sanitária e a depreciação da qualidade de vida dos moradores.

6.1.1 Abastecimento de água

O abastecimento de água potável na área de estudo é de responsabilidade da COSANPA, gerenciado pela Unidade de Negócio Augusto Montenegro (UM-AM), contudo o serviço é considerado precário, conforme demonstrado na Figura 26 da área em estudo.

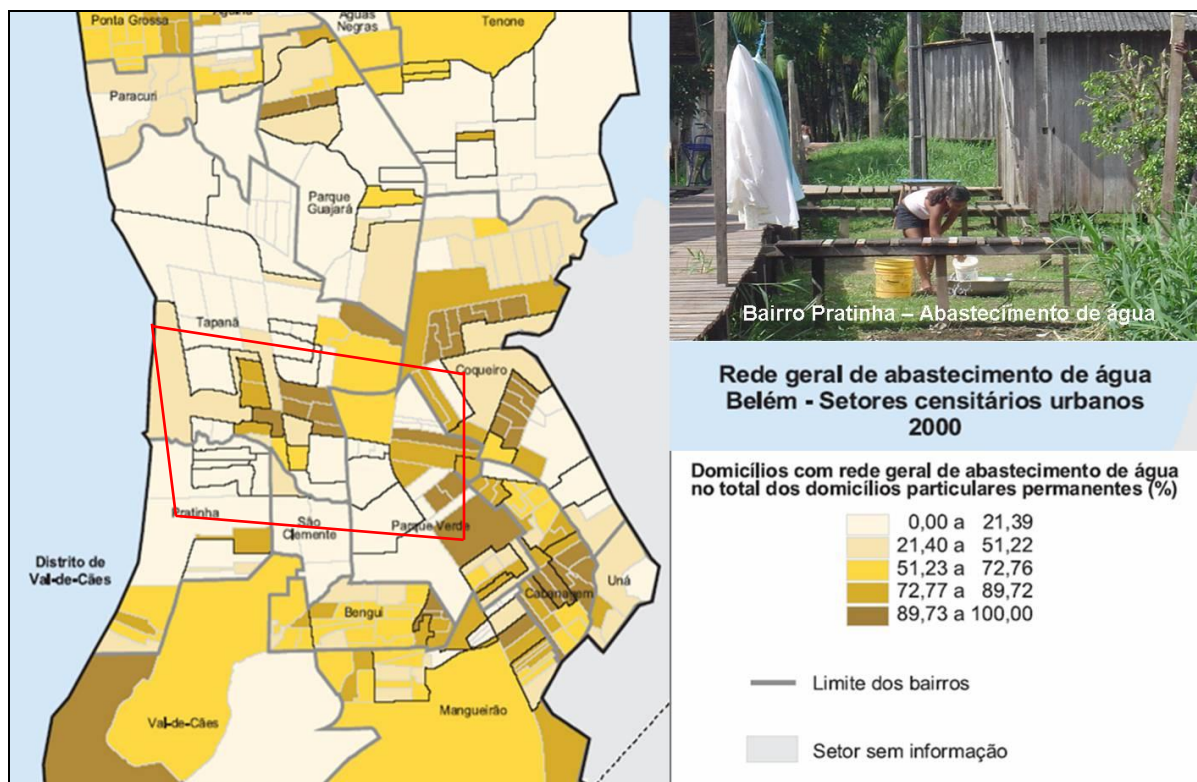


Figura 25 – Rede geral de abastecimento de água em Belém – Setores censitários urbanos 2000
Fonte: Adaptado do IBGE, Censo Demográfico (2000c)

Dados do IBGE (2000c) apontam que o bairro de São Clemente possui o menor percentual de cobertura da rede geral com 18%, seguido pela Pratinha, com 21,8%, Tapanã, com 32% e Parque Verde, com 40,7%. Os dados censitários indicam carência ao acesso desses serviços, exceto algumas áreas providas de infraestrutura sanitária que representam conjuntos habitacionais públicos e privados.

Tendo em vista o elevado déficit no abastecimento de água potável a população busca soluções alternativas individuais ou coletivas que muitas vezes não atende aos padrões de potabilidade da água para consumo humano previstos na Portaria 518/2004, do Ministério da Saúde. A Fotografia 26 e Fotografia 27 são mostradas as soluções alternativas para o abastecimento de água da população da área de estudo.



Fotografia 26 – Poço tipo Amazonas, Bacia do Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 27 – Poço tipo Amazonas, Bacia do Mata Fome, Bacia do Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)

A solução alternativa individual do tipo poço Amazonas, construído manualmente pelos moradores da área, é desprovida de rede geral e técnicas de construção. A água é captada do aquífero freático, ou seja, encontra-se em pequena profundidade. Contudo esta solução é bastante utilizada na área de estudo, o que favorece as doenças de veiculação hídrica por ingestão de águas contaminadas, especialmente por coliformes fecais.

A Fotografia 26 e Fotografia 27 são mostradas as soluções alternativas coletivas para o abastecimento de água da população da área de estudo.



Fotografia 28 – Poço tipo tubular, bacia do Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 29 – Poço tipo tubular, bacia do Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)

Os moradores que possuem melhores condições econômicas contratam serviços para construção de poços tipo tubular. Contudo duvida-se que a perfuração atenda aos requisitos da NBR 12.244/92 que dispõe a construção de poço tubular para captação de água subterrânea. A água captada desses poços é bombeada

para reservatórios e a partir deste, distribuída por meio de canalizações improvisadas pelos próprios moradores, conforme Fotografia 30 e Fotografia 31.



Fotografia 30 – Distribuição de água improvisada, Bacia do Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 31 – Distribuição de água improvisada, Bacia do Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)

Na carência do acesso a água os moradores proprietários de poços rasos e profundos comercializam a água para os moradores que não dispõem de nenhuma solução alternativa. Muitos moradores da área pagam taxas mensais por um serviço precário, pois a implantação da rede de distribuição é construída sob áreas alagadas e sujeitas a contaminação ocasionadas pelos vazamentos, assim como atende somente algumas horas do dia.

Na maioria das vezes, a água é consumida sem tratamento ou é apenas “coada” pelos moradores. Essa situação os deixa vulneráveis às diversas doenças de veiculação hídrica.

Na intenção de amenizar os problemas da falta de água potável na área da bacia, o SAAEB tem a proposta de implantar nesta área o “Projeto de Abastecimento de Água Mata Fome” em parceria com a Fundação Nacional de Saúde e a Universidade Federal do Pará, representada pelo Departamento de Geologia e Oceanografia. Esse projeto atenderá cerca de 35 mil pessoas domiciliadas no bairro do Tapanã e da Pratinha, incluindo as áreas do Jardim Uberaba, Parque Arthur Bernardes I e II, Bom Jesus I e II, Paraíso dos Pássaros até o Parque Verde (LIBERAL, 2007).

Segundo informações do SAAEB (2007) o projeto para ampliação do sistema de abastecimento de água será composto por dois poços tubulares: um

poço com 272 metros de profundidade construído na área do Jardim Uberaba; e outro, com aproximadamente 280 metros, no conjunto Aldo Almeida. Na Tabela 10 é descrito os projetos previstos para área da bacia do Mata Fome.

Tabela 10 – Projetos previstos para a Bacia do Mata Fome

Projeto	Alcance do Projeto (hab)	Rede (metros)	Ligações domiciliares
Sistema de Abastecimento de Água da Bacia do Mata Fome I	10.000	18.031,00	1.803
Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água da Bacia do Mata Fome I	1.700		
Sistema de Abastecimento de Água da Bacia do Mata Fome II	17.000	27.804,00	1.500
Total	28.700	45.835,00	3.303

Fonte: SAAEB - Projetos Especiais (2007)

Entretanto os investimentos previstos para a melhoria do sistema de abastecimento de água não são suficiente para superar o déficit deste serviço na área, pois segundo o PGRU (2000) a Bacia possui cerca de 56.637 habitantes, considerando ainda o crescimento demográfico de 2,84% (IBGE,2000a). Os investimentos previstos atenderão cerca de 50% da população atual da área da bacia Mata Fome, deixando ainda outra parte da população desprovida de água potável.

A importância sanitária do abastecimento de água potável é das mais ponderáveis, pois representam resultados rápidos e sensíveis na melhoria na saúde e nas condições de vida de uma comunidade, constituindo-se no melhor investimento em benefício da saúde pública. Contudo o inverso colabora para elevados índices de enfermidades adquiridos em virtude da falta água potável, bem como as doenças infecciosas intestinais.

6.1.2 Esgotamento sanitário

O esgotamento sanitário na área de estudo é de responsabilidade da COSANPA, gerenciado pela Unidade de Negócio Augusto Montenegro (UM-AM),

contudo o serviço é considerado precário, conforme demonstrado na Figura 27 da área em estudo.

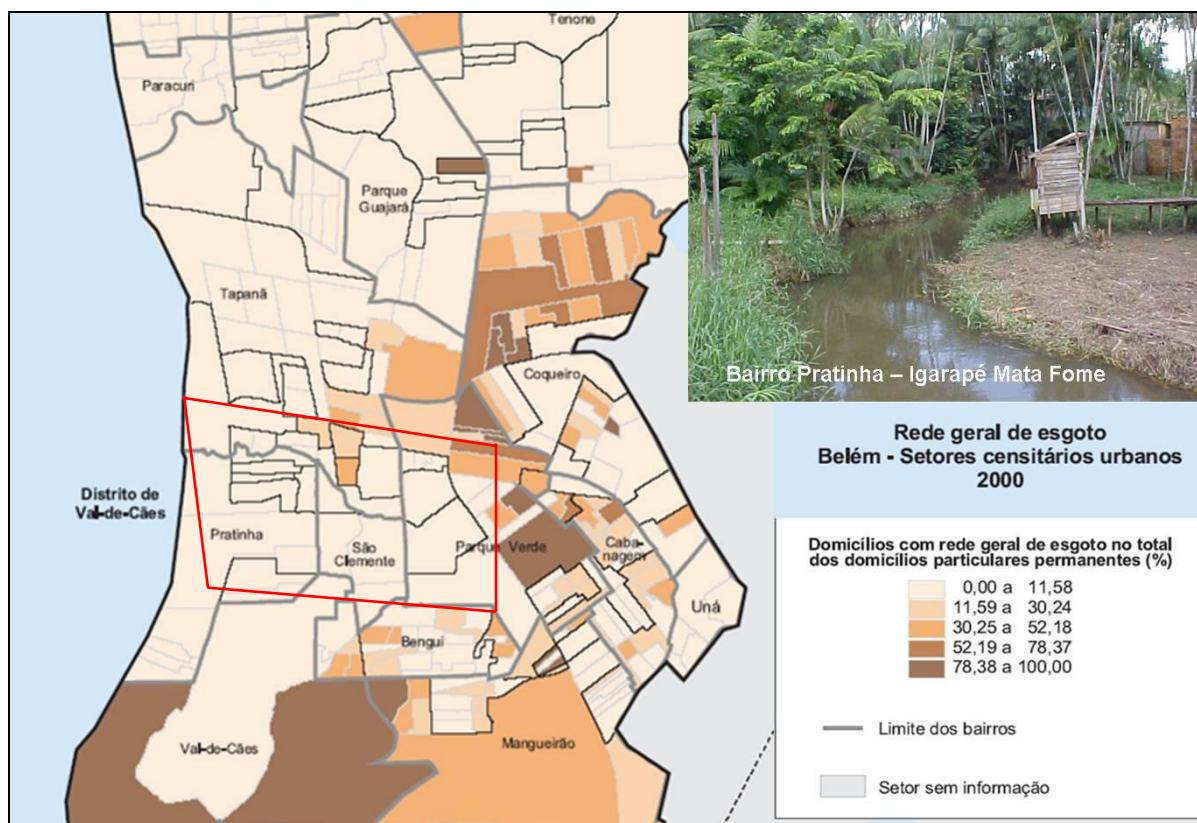


Figura 26 – Rede geral de esgoto em Belém – Setores censitários urbanos 2000
 Fonte: Adaptado do IBGE, Censo Demográfico (2000c)

Segundo dados do IBGE (2000c) considerando os bairros São Clemente, Pratinha, Tapanã e Parque Verde, próximos à área em estudo, foram observados que:

- a) Dos domicílios do bairro da Pratinha:
 - 1,7% recebe cobertura de rede geral de esgoto, 43,8% usam fossa séptica e 43,7%, destinam o esgoto de forma inadequada.
- b) Dos domicílios do bairro do São Clemente:
 - 30,2% não possuem banheiros;
 - 69,8% possuem banheiro. Dentre estes, 0,3% utiliza a rede geral de esgoto, 32,4% utilizam fossa séptica e 37,1% usam alternativas que poluem o solo e/ou a água.
- c) Dos domicílios do bairro do Tapanã:

- 87,6% possuem banheiros. Destes, 54% utilizam fossa séptica e 27,2% usam alternativas que poluem o solo e/ou a água.
- d) Dos domicílios do bairro do Parque Verde:
- 27,6% recebem cobertura de rede geral de esgoto. Destes, 49,4% utilizam fossa séptica.

Os dados censitários indicam que a solução mais utilizada no DABEN para esgotamento sanitário é a fossa séptica, ou tanque séptico, conforme recomenda a NBR 7229/1993 que refere-se a projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Contudo alternativa encontrada pelos moradores para destino do esgoto doméstico é o solo e a água, que provavelmente seja o igarapé Mata Fome que recebe essa carga de poluição.

Para amenizar o elevado déficit da rede geral de esgoto ou implantação de soluções adequadas no Distrito do Bengui o SAEEB inaugurou em março de 2001 a ETE Pratinha que atenderá apenas 3.285 habitantes.

Na Comunidade Bom Jesus I não existe rede coletora de esgoto, o que torna necessário adotar sistemas individuais. Poucos domicílios possuem fossa séptica para disposição dos dejetos humanos; na maioria das vezes, são utilizadas fossa negra¹⁶ construídas no fundo do lote e, nos demais, os esgotos sanitários são lançados na superfície do terreno ou no próprio igarapé Mata Fome, conforme Fotografia 32 e na Fotografia 33 são demonstrados o lançamento de esgoto sanitário no solo e nas margens do igarapé Mata Fome.

¹⁶ Fossa negra: tanque escavado no solo, destinado a receber somente as excretas, diretamente, sem descarga de água. É construído em zonas de lençol muito superficial, onde há perigo de poluição de poços de suprimento de água (FUNASA, 2006).



Fotografia 32 – Banheiro lançando esgoto sanitário no solo.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 33 – Banheiro lançando esgoto sanitário às margens do igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)

Esta situação representa um grande risco sanitário para os próprios moradores, uma vez que a área é sujeita à influência de marés, com enchentes periódicas.

Diante desse cenário as doenças transmitidas pela água contaminada por microrganismos patógenos, principalmente por fezes humanas, assombram os moradores, bem como comprometem a qualidade da água do sistema de abastecimento de água para consumo humano.

Infelizmente não foi possível realizar comparações das condições de insalubridade da área em estudo com o perfil epidemiológico do DABEN, pois os dados fornecidos pelo Departamento de Vigilância e Saúde da SESMA não notificaram casos de diarreias ou outras doenças transmitidas pela água contaminada tais como: disenteria amebiana, balantidíases, enterite campylobacteriana, cólera, diarreia por *Escherichia coli*, giardíases, diarreia por rotavírus e adenovírus, gastroenterites, salmonelose, disenteria bacilar; febres entéricas: febre tifóide e febre paratífóide; poliomielite; hepatite A; leptospirose; ascaridíase; e tricuriases.

6.1.3 Drenagem e manejo de águas pluviais

O processo de urbanização da Bacia e a ocupação das margens do igarapé são registrados em foto aérea desde 1998 pela Companhia de

Desenvolvimento e Administração Área Metropolitana. O serviço de drenagem e manejo de águas pluviais é de responsabilidade da SESAN, contudo é considerado precário nesta área.

Nas inúmeras visitas durante o ano de 2006 na Comunidade Bom Jesus I observou-se que a maioria das ruas não são pavimentadas e apresentam morfologia irregular. Nas áreas pouco inundáveis, a maioria das ruas foi aterrada com entulho de obras, resíduos sólidos e caroço de açaí. Nas áreas alagadas, com intensa influencia da maré, o acesso é por meio de estivas, pontes construídas em madeira, para circulação dos moradores.

Nas Fotografia 34 e a Fotografia 35 são apresentadas as condições das vias de acesso na área da Bacia do Mata Fome.



Fotografia 34 – Rua aterrada, Bacia do Mata Fome
Fonte: direta (2006)



Fotografia 35 – Construção de estivas, Bacia do Mata Fome
Fonte: direta (2006)

Nas visitas de campo foi observado que a rodovia Arthur Bernardes, principal via de acesso da Comunidade Bom Jesus I, foi construída inadequadamente sobre o igarapé Mata Fome não considerando o fluxo natural do corpo hídrico, como ilustrado na Fotografia 4437 e na Fotografia 4438.



Fotografia 36 – Tubulação de drenagem a montante da Rodovia Arthur Bernardes.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 37 – Tubulação de drenagem a jusante da Rodovia Arthur Bernardes.
Fonte: Direta (2006)

Na rodovia Arthur Bernardes foi instalado duas tubulações, tipo manilha, de concreto com 100 cm de diâmetro, dispositivo considerado insuficiente para o equilíbrio natural do regime de escoamento do igarapé, o que ocasiona frequentemente transbordamento no período de maré cheia e acúmulo de resíduos sólidos. Ainda é possível constatar que as manilhas para drenagem das águas do igarapé foram instaladas em níveis diferentes.

Os dispositivos do sistema de drenagem instalados na área da Comunidade Bom Jesus I não atendem a necessidade do escoamento das águas pluviais e drenagem das áreas alagadas, como ilustrado na Fotografia 4339 e na Fotografia 4340.



Fotografia 39 – Instalação de tubulações de drenagem na bacia Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 38 – Tubulações de drenagem com lançamento no igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)

A precariedade socioeconômica da área se reflete, também, nas condições de escoamento do curso d'água, com presença de casas em madeiras construídas com nível elevado do solo, tipo palafitas, visando proteger-se no período de enchentes ou picos da maré. Na Fotografia 39 e na Fotografia 40 são deparadas a construção de moradias nas margens do igarapé e o avanço dos muros das empresas próximo à foz do igarapé, respectivamente.



Fotografia 39 – Construção de casas nas margens do igarapé.
Fonte: Direta (2006)

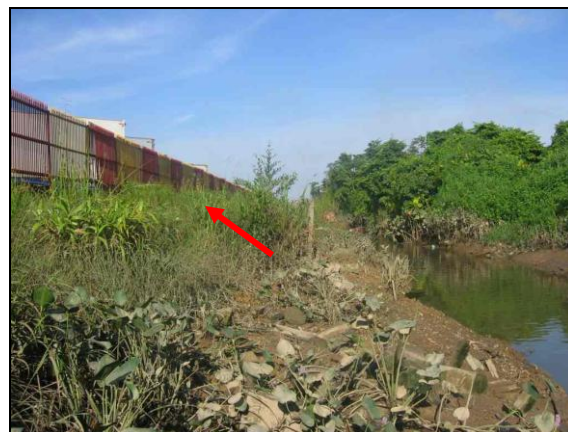


Fotografia 40 – Construção de casas nas margens do igarapé.
Fonte: Direta (2006)

Na Fotografia 3943 e na Fotografia 404 são deparadas a construção de portos e o avanço dos muros das empresas próximo à foz do igarapé, respectivamente.



Fotografia 41 – Portos nas margens do igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 42 – Ocupação das margens do igarapé Mata Fome por empresas.
Fonte: Direta (2006)

As inúmeras moradias ao longo das margens do igarapé e a supressão da mata ciliar igarapé Mata Fome favorece o processo de assoreamento e erosão de suas margens, como ilustrado na Fotografia 43 e na Fotografia 436.



Fotografia 43 – Erosão das margens do igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 44 – Assoreamento do igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)

O igarapé Mata Fome, responsável pelo escoamento natural das águas, é um dos primeiros elementos do meio ambiente a receber os efeitos da urbanização e ocupações desordenadas do espaço físico. Havendo a necessidade de investimentos em obras de macrodrenagem na bacia, de forma a atenuar os problemas de erosões, assoreamento e inundações ao longo do igarapé principal.

Contudo a bacia Mata Fome já foi alvo de estudos pelo Programa Gestão dos Rios Urbanos em 2000 para implantação de Projeto de Macro drenagem, denominado “Esse Rio ‘e minha rua” pela Prefeitura Municipal de Belém. Porém a proposta de projeto para intervenções urbanísticas e ambientais não se realizou, comprometendo a saúde dos moradores e o equilíbrio ambiental da área.

6.1.4 Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

O serviço de limpeza pública na área de estudo é de responsabilidade da SESAN, sendo considerado adequado, com restrições. Segundo os dados censitários do IBGE (2000c) o índice de coleta de resíduos sólidos nos bairros do Parque Verde e Tapanã representam 96,7% e 92,4%, respectivamente. Entretanto

os bairros da Pratinha e do São Clementes, que são constituídos por áreas alagadas e de difícil acesso, o índice de coleta de resíduos sólidos diminui para 88,9% e a 78,9%, respectivamente.

Na Fotografia 45 e na Fotografia 46 são apresentados algumas disposições inadequadas de resíduos sólidos na área da bacia Mata Fome.



Fotografia 45 – Acúmulo de resíduos sólidos próximos ao igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)



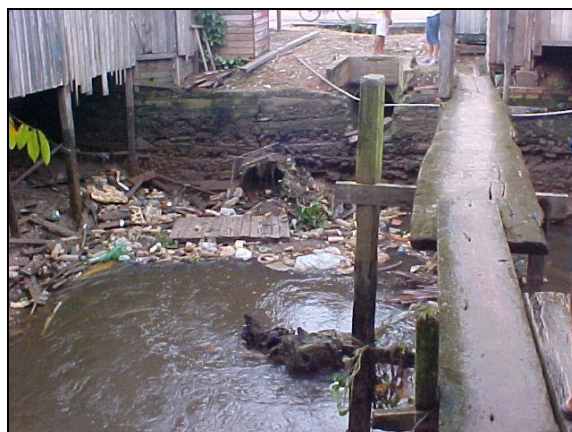
Fotografia 46 – Resíduos sólidos nas ruas, bacia do Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)

Durante os trabalhos de campo observou-se a presença de pontos de acúmulo de resíduos na área decorre de ações pouco efetiva por parte do Poder Público Municipal, tais como a implantação de lixeiras coletivas e caçambas, como também da deficiência da coleta nas áreas alagáveis e de estivas, dessa forma propicia o surgimento de bota-foras e acúmulo de resíduos nesta área.

Na Fotografia 459 e na Fotografia 4650 são apresentados algumas disposições inadequadas de resíduos sólidos na área da bacia Mata Fome.



Fotografia 47 – Acúmulo de resíduos sólidos nas margens do igarapé Mata Fome.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 48 – Acúmulo de resíduos sólidos no sistema de drenagem.
Fonte: Direta (2006)

Tal situação expõe os cidadãos a condições precárias de vida e acarretam sérios riscos para a saúde, além de favorecer o surgimento de foco de diversos vetores, tais como ratos, baratas e moscas. Outra questão relevante refere-se à falta de ações permanentes que visem à sensibilização dos moradores da área quanto à necessidade e aos benefícios do destino adequado dos resíduos sólidos.

6.2 AVALIAÇÃO DAS AGUAS SUPERFICIAIS DO IGARAPÉ MATA FOME

Considerando que o igarapé Mata Fome ainda não passou pelo processo de enquadramento das suas águas, conforme recomenda a Resolução CONAMA nº 357/2005, então a avaliação dos resultados das análises das águas deste corpo hídrico será segundo os padrões estabelecidos para águas doces de Classe 2 desta resolução.

Na pesquisa será avaliado também a qualidade das águas do igarapé em relação aos níveis estabelecidos para a balneabilidade, conforme recomenda a Resolução CONAMA nº 274/2000, classificando-as como própria ou imprópria para a recreação de contato primário.

Nas análises físico-química e bacteriológica da água do igarapé foram consideradas a variação sazonal (período chuvoso e estiagem) e a oscilação da maré (preamar e baixa-mar), além dos índices pluviométricos.

Os resultados das análises da água do igarapé Mata Fome foram tratadas com estatística descritiva e comparadas com outros pesquisadores. Tendo em vista facilitar a análise dos dados, foram elaborados tabelas e gráficos.

6.2.1 Parâmetros físico-químicos

Nas Tabela 11 e Tabela 12 estão descritos os resultados das análises físico-químicas realizadas nas águas superficiais do igarapé Mata Fome.

Tabela 11 – Resultados das análises físico-químicas nas águas do igarapé Mata Fome

Parâmetro	1ª ETAPA (Período chuvoso/Baixa-mar)									2ª ETAPA (Período de estiagem/Preamar)								
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9
pH	6,9	7,0	7,1	7,1	7,0	6,9	6,8	6,9	6,8	6,4	6,5	6,5	6,4	6,6	6,8	6,7	6,6	6,5
TURB	50,3	22,1	20,4	20,8	19,4	19,2	22,7	20,5	21,7	16,5	28,6	22,3	27	11,5	1,2	1,8	1,9	0,9
COR	57	140	89	72	120	126	144	133	137	105	80	79	100	49	31	32	50	47
T °C	25	26,5	26,1	26	26,1	26	25,7	25,4	25,3	26	25,5	26,1	26,3	26,1	26	25,7	25,2	25
C.E	187	272	258	263	264	257	236	261	235	na	na	na	na	na	ba	na	na	na
OD	2,0	2,0	2,0	2,3	2,3	1,7	2	1,9	1,8	4,6	2,7	2,2	2,7	2,7	0,8	0,8	0,8	0,8
DQO	3,6	2,8	7,7	5,78	6,4	7,2	8,9	13,3	6,7	9,25	9,25	9,25	9,07	9,25	9,25	11,56	9,25	16,19
DBO	2,66	1,5	6,41	5,28	4,53	6,8	5,67	10,2	4,9	9,07	6,66	6,66	6,94	6,66	9,07	9,07	9,07	12,09
ST	258	226	248	252	224	242	252	214	224	34	188	56	50	144	144	106	62	108
STF	84	62	74	80	76	68	52	60	74	12	149	30	20	116	84	72	34	56
STV	174	164	174	172	148	174	200	154	150	22	39	26	30	28	60	34	28	52
SS	10	8	12	12	7	7	10	11	6	na	70,6	14	18	19,5	22	11,5	28	16

Legenda:

Na – não analisado

Parâmetros e unidades – **T**: temperatura (°C); **pH**: potencial hidrogeniônico; **C.E**: condutividade elétrica (uS/cm); **TURB**: turbidez (UNT); **COR**: cor aparente (mg Pt/L); **OD**: oxigênio dissolvido (mg/L O₂); **DQO**: demanda química de oxigênio (mg/L O₂); **DBO**: demanda bioquímica de oxigênio (mg/L O₂); **ST**: sólidos totais (mg/L); **STF**: sólidos totais fixos(mg/L); **STV**: sólidos totais voláteis (mg/L); **SS**: sólidos suspensos (mg/L).

Tabela 12 – Valores médios, medianas, mínimo e máximo das análises físico-químicas nas águas do Igarapé Mata Fome

PERÍODO CHUVOSO/ Baixa-mar												
1ª ETAPA	pH	TURB	COR	T °C	C.E	OD	DBO	DQO	ST	STF	STV	SS
Média	6,9	24,1	113,1	25,8	248,1	2,0	5,3	6,9	237,8	70,0	167,8	9,2
Máximo	7,1	50,3	144	26,5	272	2,3	10,2	13,3	258	84	200	12
Mínimo	6,8	19,2	57	25	187	1,7	1,5	2,8	214	52	150	6
Mediana	7,2	22,7	102,7	24,1	224,2	2,7	5,7	7,1	214,9	63,9	151,9	9,2
Nº amostra	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
CONAMA 357	6-9	100	*	*	*	5	5	*	*	*	*	*
PERÍODO DE ESTIAGEM/Preamar												
2ª ETAPA	pH	TURB	COR	T °C	C.E	OD	DBO	DQO	ST	STF	STV	SS
Média	6,6	12,4	63,7	25,8	n.a	2,0	8,6	10,0	99,1	63,7	35,4	22,2
Máximo	6,8	27	105	26,3	n.a	4,6	12,1	16,2	188	149	60	70,6
Mínimo	6,4	0,9	31	25	n.a	0,8	6,7	6,9	34	12	22	0,5
Mediana	6,8	12,1	58,2	24,1	n.a	2,7	8,7	9,9	90,1	58,2	32,8	20,9
Nº amostra	9	9	9	9	n.a	9	9	9	9	9	9	9
CONAMA 357	6-9	100	*	*	*	5	5	*	*	*	*	*

Na – não analisado

Parâmetros e unidades – **T**: temperatura (°C); **pH**: potencial hidrogeniônico; **C.E**: condutividade elétrica (uS/cm); **TURB**: turbidez (UNT); **COR**: cor aparente (mg Pt/L); **OD**: oxigênio dissolvido (mg/L O₂); **DQO**: demanda química de oxigênio (mg/L O₂); **DBO**: demanda bioquímica de oxigênio (mg/L O₂); **ST**: sólidos totais (mg/L); **STF**: sólidos totais fixos (mg/L); **STV**: sólidos totais voláteis (mg/L); **SS**: sólidos suspensos (mg/L).

Conama nº 357/05 (Corpos de água - Classe 2) – Não faz referência aos parâmetros de cor aparente, temperatura, condutividade elétrica, demanda química de oxigênio e carreira de sólidos.

a) Temperatura

A temperatura é um parâmetro fundamental para a manutenção da vida aquática, uma vez que afeta a saturação de oxigênio dissolvido nos corpos d'água e as taxas de reações biológicas e químicas.

Enquanto a concentração de saturação de oxigênio dissolvido diminui com o aumento de temperatura, a atividade biológica cresce. Em razão disso, há, inclusive, uma faixa ótima para esta atividade: de 25 a 35°C. Abaixo de 15°C, a digestão anaeróbia praticamente não se processa (JORDÃO; PESSÔA, 2005).

Os valores máximo e mínimo de temperatura no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 25°C a 26,5°C. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 25°C a 26,3°C, as variações dos resultados obtidos nas coletas foram ínfimas, conforme Tabela 13.

b) Potencial hidrogeniônico

O pH é definido como o logaritmo negativo da concentração de íon hidrogênio. Na água, indica as condições de acidez, alcalinidade ou neutralidade. Varia na faixa de 0 a 14. Os valores muito baixos indicam condições ácidas do meio inferior a 6,9 e constituem um indicador dos processos de decomposição de matéria orgânica, de corrosividade e de agressividade (BRANCO, 1978).

Os critérios de proteção da vida aquática fixam o pH entre 6 a 9, porém muitos peixes podem sobreviver em pH menor que 5. Neste pH, porém, os metais se solubilizam facilmente, o que aumenta a possibilidade de toxidez. Em valores mais elevados de pH, os metais tendem a precipitar (BRANCO, 1978).

Os valores máximo e mínimo de pH no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 6,8 a 7,1. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 6,4 a 6,7, os resultados obtidos nas coletas atenderam os limites recomendados pela resolução CONAMA nº 357/05, conforme Gráfico 11.

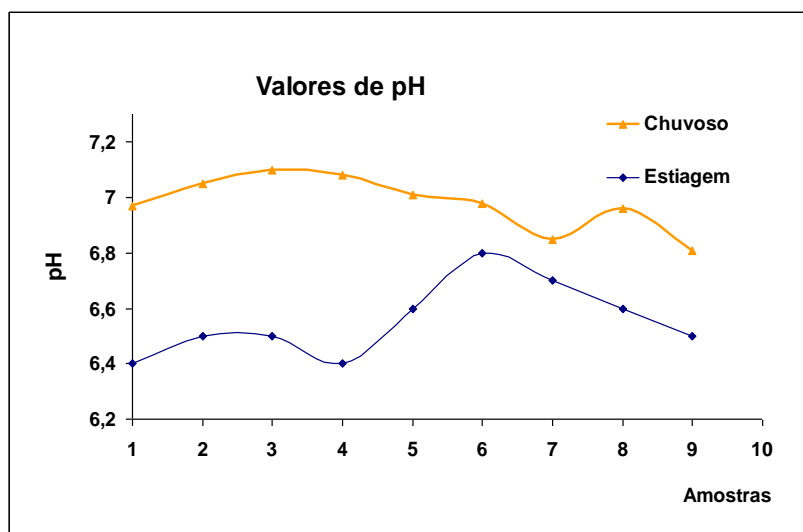


Gráfico 11 – Valores de pH na água do igarapé

c) Turbidez

A turbidez representa o grau de interferência à passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva a mesma. A dispersão dos raios luminosos é causada pela presença de partículas em suspensão, tais como: silte, massas coloidais, ferro, alumínio, microrganismos, plânctons, etc (BRANCO, 1978).

As partículas em suspensão podem ser opacas ou transparentes, coloridas ou incolores. Elas obstruem a passagem da luz pela massa de água e exercem um efeito quantitativo sobre o clima de luz; opondo-se, assim, à transparência desse líquido (BRANCO, 1978).

Segundo Pinheiro (1987), as águas do estuário Guajarino são turvas devido à quantidade de argila parda procedente das regiões andinas e às características químicas do tipo “águas brancas”.

Os valores máximo e mínimo de turbidez no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 19,2 a 50,3 UNT, possivelmente pela presença de sólidos. Foram considerados estáveis ao longo dos pontos analisados, ocorrendo um aumento desse valor apenas na foz. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 0,9 a 27 UNT, com variações até o ponto de coleta 5, a partir daí os valores mantiveram com pouca oscilação, conforme Gráfico .

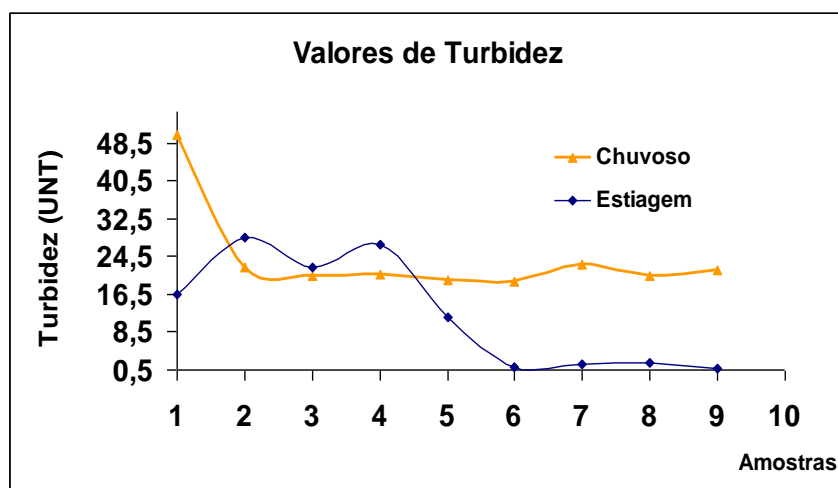


Gráfico 12 – Valores de turbidez na água do igarapé

Considerando que a turbidez da água está diretamente associada à quantidade de material em suspensão, verificam-se que as águas da baía do Guajará teve grande influencia nos valores obtidos. Contudo, os valores obtidos nesse período não ultrapassaram o indicado pela resolução CONAMA n° 357/05, que estabelece valores de turbidez até 100 UNT para corpos hídricos de Classe 2.

d) Condutividade elétrica

A condutividade elétrica de um meio aquático é a propriedade deste em conduzir corrente elétrica, através de seu conteúdo iônico, principalmente relacionado a sódio, cálcio, magnésio, potássio, bicarbonatos, sulfatos e cloretos. A obtenção deste valor não define a concentração de cada íon, mas possibilita uma avaliação significativa do potencial total de material dissolvido e, conseqüentemente, das possibilidades nutricionais do sistema.

Os valores máximo e mínimo de condutividade no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 187 e 272 uS/cm. O ponto 1 apresentou o menor valor de condutividade, contudo os outros pontos apresentaram valores elevados e semelhantes ao longo da coleta, conforme no Gráfico13. Na resolução CONAMA n° 357/05 não prevê limites de condutividade para a definição de suas classes.

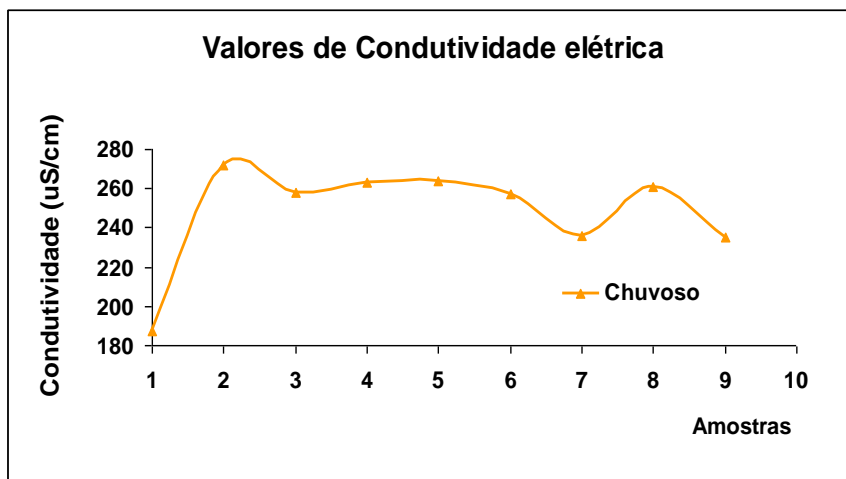


Gráfico13– Valores de condutividade elétrica na água do igarapé

e) Cor aparente

A cor resulta da existência, na água, de substâncias em solução. Esta característica é acentuada quando da presença de matéria orgânica, de íons metálicos, como o ferro e o manganês, de plâncton, de macrófitas e de despejos industriais (MOTA, 1995).

O termo “cor” é usado para representar a cor verdadeira, que é a cor da água quando se remove a turbidez. O termo “cor aparente” inclui não somente as substâncias dissolvidas, mas também aquelas que envolvem a matéria orgânica suspensa (MACÊDO, 2004).

Os valores máximo e mínimo de cor no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 57 a 144 mg Pt/L. As águas do igarapé não tiveram a influência das águas da baía e apresentaram valores superiores aos encontrados no período de estiagem, exceto o ponto 1, possivelmente pela presença de matéria orgânica.

No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 31 a 105 mg Pt/L, os valores obtidos foram menores com relação a coleta anterior, possivelmente com influência das águas da baía, conforme Gráfico . A resolução CONAMA nº 357/05 não faz referência aos valores de cor aparente, somente aos de cor verdadeira, que não devem ultrapassar 75 mg Pt/L para corpos hídricos de Classe 2.

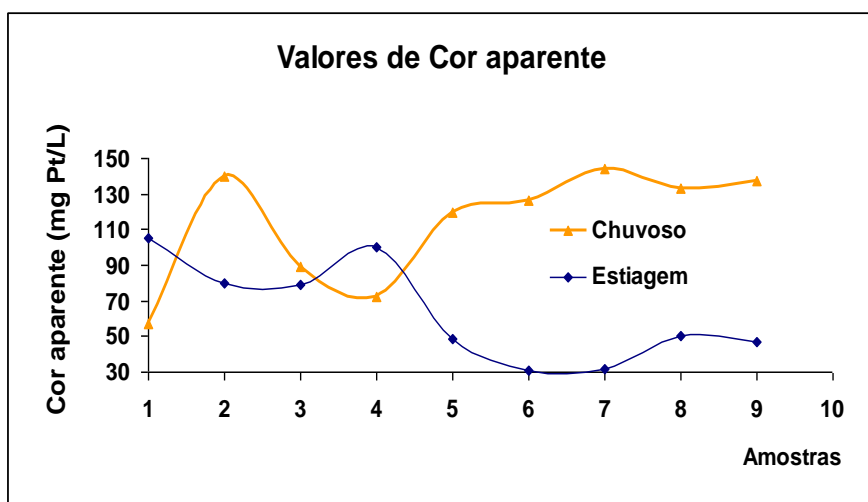


Gráfico 14– Valores de cor aparente na água do Igarapé

f) Carreira de sólidos

As principais fontes de sólidos nos cursos d'água também estão relacionadas aos despejos domésticos e industriais. Os processos erosivos e o desmatamento de áreas periféricas são significativos para o aumento da carga sólida. A resolução CONAMA n° 357/05 estabelece limites apenas para os níveis de sólidos dissolvidos.

A quantidade e a natureza dos sólidos nas águas variam muito. As quantidades de material coloidal não dissolvido e de material em suspensão aumentam com o grau de poluição.

Os valores máximo e mínimo de sólidos suspensos no Igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 6 a 12 mg/L, com pouca variações. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 0,5 a 70,6 mg/L, os valores obtidos apresentaram média mais elevados com relação a coleta anterior, contudo o ponto 2 apresentou valor mais elevado, conforme Gráfico 15.

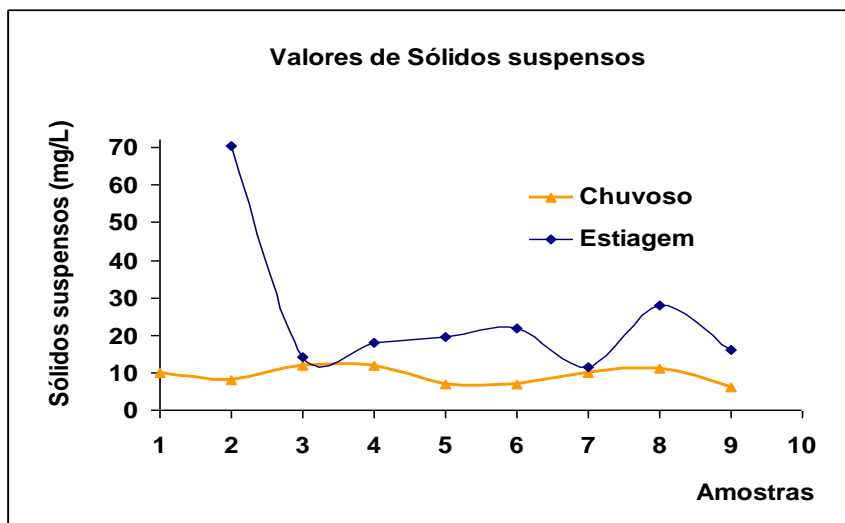


Gráfico 15 – Valores de sólidos suspensos na água do igarapé

Os valores máximo e mínimo de sólidos totais no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 214 a 258 mg/L, com pouca variação. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 34 a 188 mg/L, os valores obtidos apresentaram menores com relação a coleta anterior, contudo o ponto 2 apresentou valor mais acentuado, conforme Gráfico 66.

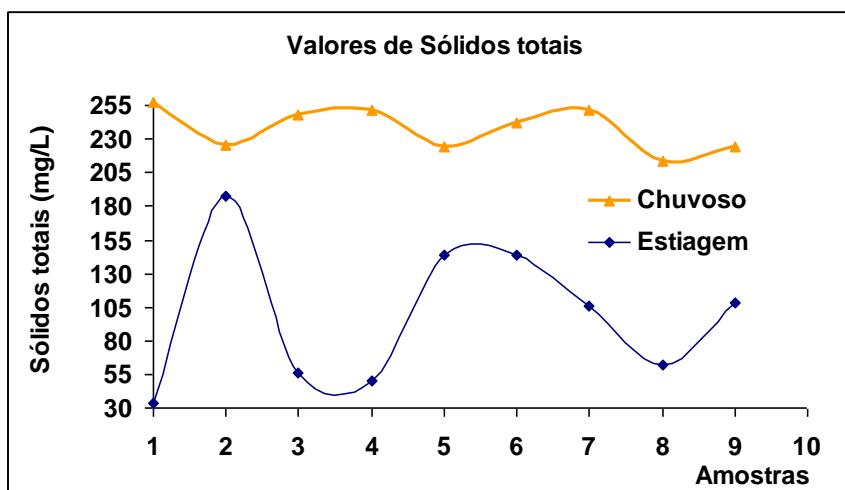


Gráfico 66 – Valores de sólidos totais na água do igarapé

Os valores máximo e mínimo de sólidos totais fixos no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 52 a 84 mg/L, com pouca variação. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 12 a 149 mg/L, os valores obtidos apresentaram superiores com relação a coleta anterior, contudo o ponto 2 apresentou valor mais acentuado, conforme Gráfico 17.

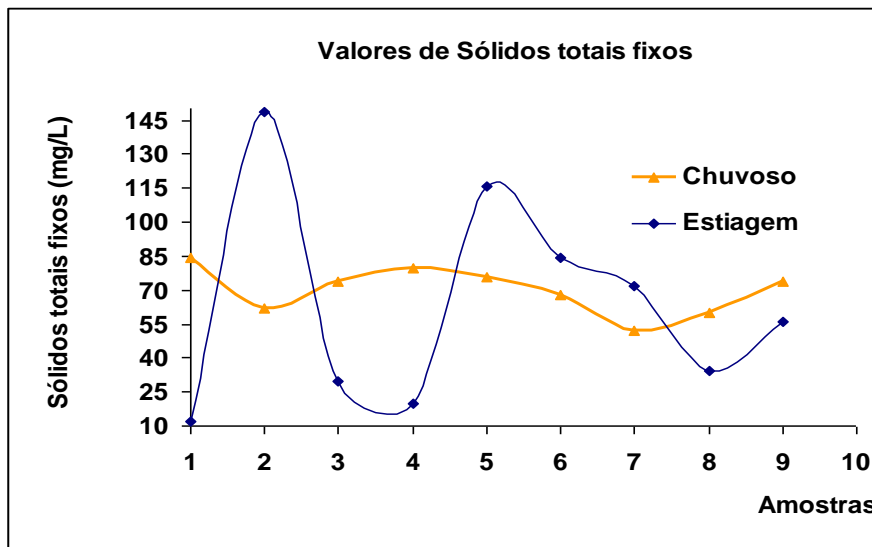


Gráfico 17 – Valores de sólidos totais fixos na água do igarapé

Os valores máximo e mínimo de sólidos totais voláteis no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 150 a 200 mg/L, apresentou valores elevados e pouca variação. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 22 a 60 mg/L, os valores obtidos foram inferiores com relação a coleta anterior, conforme Gráfico 78

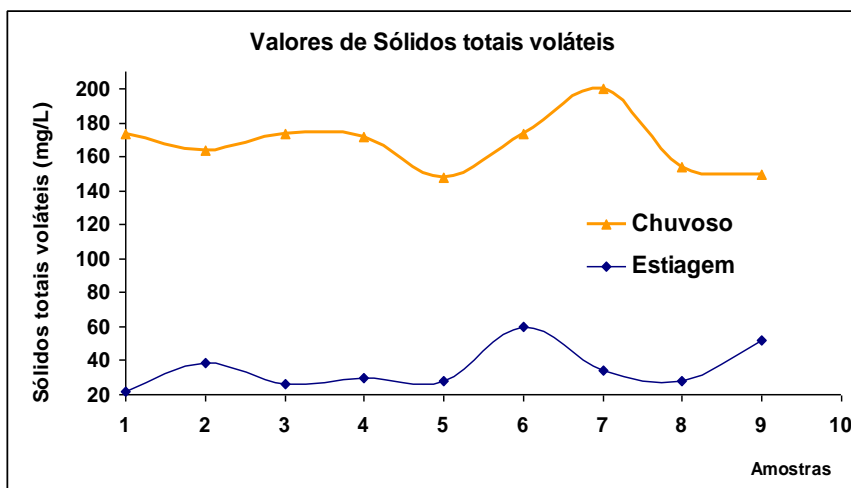


Gráfico 78 – Valores de sólidos totais voláteis na água do igarapé

Os valores encontrados na carreira de sólidos (sólidos suspensos, sólidos totais, sólidos totais fixos e voláteis) apresentaram variação ao longo dos pontos coletados, principalmente pela influência das águas da baía na enchente e vazante da maré.

g) Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) estima os níveis de oxigênio consumidos durante a oxidação biológica da matéria orgânica presente em sistemas aquáticos. É um importante método de avaliação da carga poluidora à que estão sujeitos os ambientes dessa natureza. A resolução CONAMA n° 357/2005 estabelece um limite máximo para a DBO de 5,0 mg/L para a Classe 2.

Os maiores aumentos em termos de DBO são provocados por despejos predominantemente de origem orgânica. Altos teores de matéria orgânica na água podem induzir à completa extinção do oxigênio, o que provocaria o desaparecimento de peixes e de outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora local e interferir no equilíbrio desse ambiente.

Os valores máximo e mínimo de DBO no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 1,5 a 10,2 mg/L, apenas 33% dos pontos analisados atenderam o limite indicado pela resolução CONAMA n° 357/05. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 6,7 a 12,1 mg/L, todos os pontos analisados foram superiores ao limite máximo da resolução CONAMA n° 357/05, conforme Gráfico 19.

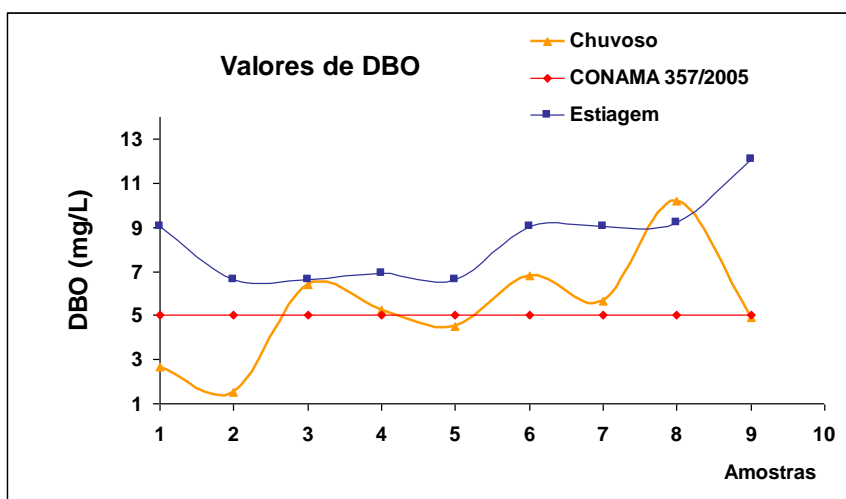


Gráfico 19 – Valores de DBO na água do igarapé

Os valores obtidos no período de monitoramento das águas do igarapé Mata Fome, de modo geral, indicam uma depreciação da qualidade das suas águas.

h) Oxigênio Dissolvido

O oxigênio é essencial para os organismos aquáticos aeróbios. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias consomem esse elemento em seus processos respiratórios. Esse consumo pode reduzir a concentração no meio. Como consequências decorrentes da proporção do fenômeno, pode haver mortandade de peixes e de outros organismos. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, ocorrem condições de anaerobiose, com geração de maus odores.

Por isso, o oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas ocasionada por despejos orgânicos. O limite mínimo de concentração de OD para rios Classe 2, estabelecido pelo CONAMA 357/05 é de 5,0 mg/L.

Quanto maior for a agitação da água (velocidade, quedas d'água), maior quantidade de oxigênio será absorvida. Em águas paradas, é importante a transparência do líquido, pois, quanto mais elevada for a mesma, maior será a penetração da luz solar e, conseqüentemente, maior será a produção fotossintética de oxigênio.

Os valores máximo e mínimo de oxigênio dissolvido no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 1,7 a 2,3 mg/L. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 0,8 a 4,6 mg/L, os valores obtidos nas duas coletas apresentaram a mesma média 2,0 mg/L, considerado inferior ao limite mínimo indicados pelo CONAMA n° 357/05, conforme Gráfico 20.

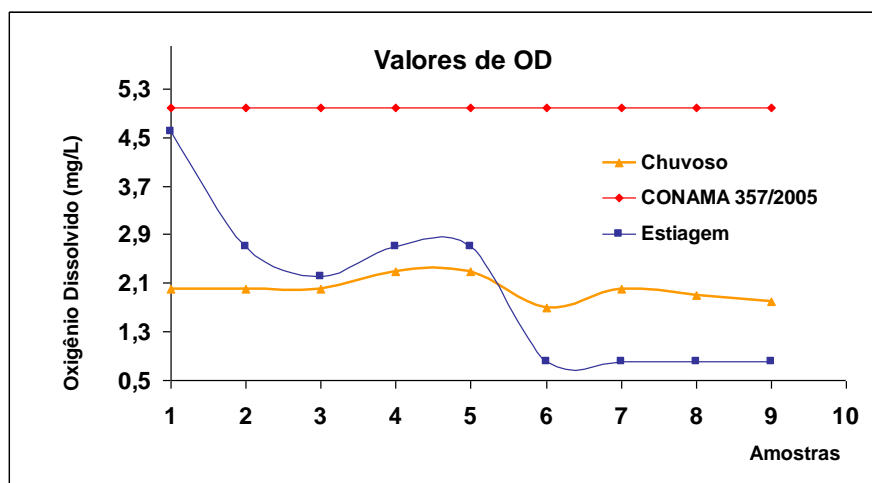


Gráfico 20 – Valores de oxigênio dissolvido na água do igarapé

A carência de oxigênio dissolvido ao longo do percurso do igarapé Mata Fome, como mostram os resultados, possivelmente é pela presença de matéria orgânica, decorrente da contribuição dos esgotos domésticos. A escassez de desse elemento nas águas do igarapé condiciona à morte dos organismos aeróbios e o equilíbrio do ecossistema aquático.

i) Demanda Química de Oxigênio - DQO

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) estima a quantidade de oxigênio necessária para oxidar, quimicamente, a matéria orgânica de uma amostra pela ação de um agente oxidante forte em meio ácido.

A análise da DQO é útil para detectar a presença de substâncias resistentes à degradação biológica. O aumento da concentração da DQO num corpo d'água se deve, principalmente, a despejos de origem industrial. A resolução CONAMA 357/2005 não indica limites para os valores de DQO.

Os valores máximo e mínimo de DQO no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 2,8 a 13,3 mg/L. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 6,9 a 16,9 mg/L, os valores obtidos foram superiores aos da coleta anterior, conforme Gráfico1.

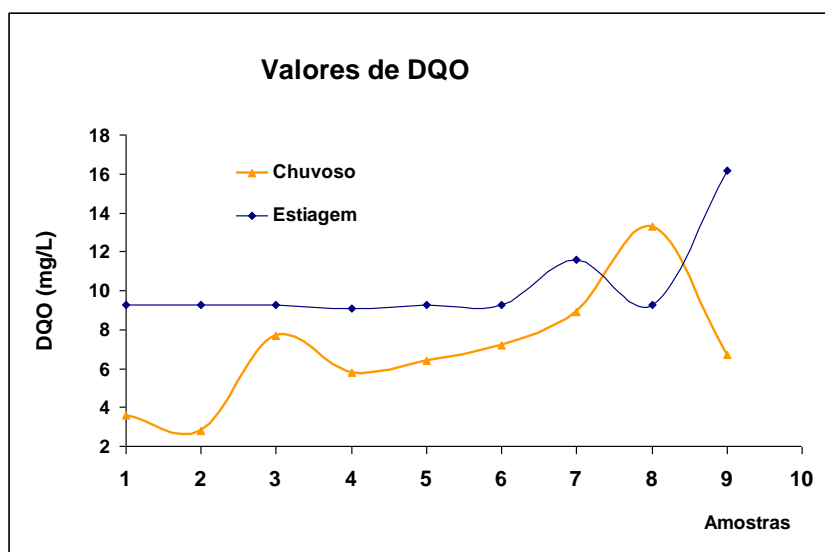


Gráfico 21 – Valores de DQO na água do igarapé

6.2.2 Parâmetros microbiológicos

Há vários organismos cuja presença num corpo d'água indica uma forma qualquer de poluição. Para indicar a poluição fecal e para medir a extensão desta contaminação, adotam-se, como indicadores, bactérias de origem fecal (JORDÃO; PESSÔA, 2005).

Estas bactérias são típicas do intestino do homem e de outros animais de sangue quente, e estão sempre presentes no excremento humano em quantidade elevada (100 bilhões de coliformes totais/hab.dia, por exemplo). Quando presentes nas excretas de um indivíduo doente, portador de um organismo patogênico, elas vêm acompanhadas de organismos capazes de ocasionar as conhecidas doenças de veiculação hídrica.

Os resultados das análises microbiológicas realizadas na água do igarapé Mata Fome são apresentados na Tabela 13 e na

Tabela 14.

Tabela 13 – Valores dos parâmetros microbiológicos nas amostras de águas coletadas no igarapé Mata Fome

1° ETAPA (Período chuvoso/Baixa-mar)									
Parâmetro	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9
CT*	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$	$1,1 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$	$1,1 \times 10^7$	$1,1 \times 10^8$
CF**	$4,2 \times 10^3$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^4$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
2° ETAPA (Período de estiagem/Preamar)									
Parâmetro	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9
CT*	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^7$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
CF**	$3,9 \times 10^3$	$9,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$6,4 \times 10^3$	$9,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$	$6,4 \times 10^3$	$6,4 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$

*CT – Coliformes Totais (NMP/100mL)

**CF – Coliformes Termotolerantes (fecais) (NMP/100mL)

***NMP - Número mais Provável de Coliformes

Tabela 14 – Valores médios, medianas, mínimo e máximo dos parâmetros microbiológicos das águas do igarapé Mata Fome

Valores	1ª ETAPA (Período Chuvoso/Baixamar)		2ª ETAPA (Período de Estiagem/Preamar)	
	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes
Média	$4,3 \times 10^7$	$8,7 \times 10^4$	$1,3 \times 10^6$	$1,6 \times 10^4$
Máximo	$1,1 \times 10^8$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^7$	$9,3 \times 10^4$

Mínimo	$1,1 \times 10^5$	$4,2 \times 10^3$	$1,1 \times 10^5$	$3,9 \times 10^3$
Mediana	$3,9 \times 10^7$	$7,8 \times 10^4$	$1,2 \times 10^6$	$1,4 \times 10^4$
Nº amostra	9	9	9	9

Coliformes Totais (NMP/100mL)

Coliformes Termotolerantes (fecais) (NMP/100mL)

*NMP - Número mais Provável de Coliformes

Os valores máximo e mínimo de Coliformes Totais no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa $1,1 \times 10^5$ a $1,1 \times 10^8$ NMP/100mL. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de $1,1 \times 10^5$ a $1,1 \times 10^7$ NMP/100mL, conforme na Tabela 15. Segundo Jordão e Pessoa (2005), o esgoto bruto contém cerca de 10^6 a 10^9 NMP/100 mL de coliformes totais, em torno de 10^9 a 10^{12} org/hab.dia.

Os valores máximo e mínimo de Coliformes Termotolerantes no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa $4,2 \times 10^3$ a $1,1 \times 10^5$ NMP/100mL. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de $3,9 \times 10^3$ a $9,3 \times 10^4$ NMP/100mL, conforme na Tabela 15. Segundo Jordão e Pessoa (2005), o esgoto bruto contém em torno de 10^5 a 10^8 NMP/100 mL de coliformes fecais, cerca de 10^8 a 10^{11} org/hab.dia.

As concentrações de coliformes totais e termotolerantes predominaram na época chuvosa com maré vazante. De acordo com Jordão e Pessoa (2005) as águas do igarapé Mata Fome assemelham com o esgoto bruto, em virtude da área não dispor de sistema de tratamento de esgoto, favorecendo que a maioria da população despeja o esgoto doméstico no corpo hídrico e no solo.

Dessa forma, é comprometida a qualidade das águas do igarapé Mata Fome e a saúde da comunidade, principalmente em épocas chuvosas, quando ocorre lixiviação das excretas lançadas no solo.

Outro fato preocupante pela presença elevada de coliformes totais e termotolerantes na água do igarapé é que a população frequentemente consome água de poços amazonas, captada do aquífero freático, que são vulneráveis a contaminação.

Considerando que a resolução CONAMA nº 274/00 tem como objetivo indicar parâmetros para avaliar a qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos para a balneabilidade. Foram analisadas as concentrações de coliformes termotolerantes (fecais) das águas do igarapé Mata Fome de acordo com

o art. 2 desta resolução com intuito de classificar como própria e imprópria para recreação de contato primário.

Conforme descrito na Tabela 14 todos os pontos de coletas realizadas no período chuvoso e estiagem não atenderam os critérios estabelecidos pela resolução. Deste modo as águas do igarapé Mata Fome foram consideradas impróprias para balneabilidade, pois os valores obtidos foram superiores a 2500 de coliformes fecais e a incidência de lançamento de esgoto doméstico na água, conforme resolução CONAMA n° 274/00.

6.2.3 Exames parasitológicos

As enteroparasitoses humanas constituem um sério problema de saúde pública e estão ligadas às precárias condições de saneamento básico e da educação sanitária da população. As helmintíases são as enfermidades mais comuns no homem pela longa persistência e as doses infectivas baixas.

Dentro os nove pontos de amostragem selecionados no sentido foz-nascente do igarapé Mata Fome, apenas cinco pontos foram submetidos aos exames de parasitologia para identificação de cistos de protozoários e ovos de helmintos. No Quadro 9 são apresentados os estágios parasitários identificados nas amostras de água do igarapé Mata Fome.

Amostras	1ª ETAPA (Período chuvoso/Baixa-mar)		2ª ETAPA (Período de estiagem/Preamar)	
	Protozoários	Helmintos	Protozoários	Helmintos
Ponto 1	<i>Entamoeba spp</i> (cistos tetranucleada) <i>Giardia spp</i> (cistos)	Ausente	<i>Entamoeba spp</i> (cistos tetranucleados)	ausente
Ponto 2	<i>Endolimax nana</i> (cistos)	<i>Ancylostomideos spp</i> (larvas)	ausente	ausente
Ponto 3	<i>Entamoeba spp</i> (cistos tetranucleada) <i>Giardia spp</i> (cistos)	Ausente	<i>Entamoeba spp</i> (cistos octanucleados)	ausente
Ponto 4	Na			
Ponto 5	<i>Endolimax nana</i> (cistos)	<i>Ascaris lumbricoides</i> (ovos) <i>Ancylostomideos spp</i> (larvas)	ausente	<i>Ancylostomideos spp</i> (ovos)
Ponto 6	Na			

Ponto 7	ausente	Ausente	ausente	<i>Ancylostomideos spp</i> (ovos e larvas)
Ponto 8	Na			
Ponto 9	<i>Entamoeba spp</i> (cistos tetranucleada)	Ausente	<i>Giardia spp</i> (cistos)	ausente
Na – amostra não analisada				

Quadro 9 – Estágios parasitários identificados nas amostras de água do igarapé Mata Fome

No período chuvoso, maré vazante, foi detectada a presença de duas espécies de helmintos: *Ascaris lumbricoides* (ovos) e *Ancylostomideos spp* (larvas). Entretanto foi identificada a presença de três espécies de protozoários: *Entamoeba spp* (cistos tetranucleados), *Endolimax nana* (cistos) e *Giarda spp* (cistos), conforme Quadro 9.

No período de estiagem, maré enchente, foi detectada a presença de apenas uma espécie de helminto *Ancylostomideos spp* (ovos e larvas). Entretanto foi identificada a presença de duas espécies de protozoários: *Entamoeba spp* (cistos tetranucleados e octanucleados) e *Giarda spp* (cistos), conforme Quadro 9.

Embora as análises aqui efetuadas não sejam quantitativas, mas os exames mostram que ocorreu a presença de várias espécies de protozoários e helmintos nas águas do igarapé, principalmente no período chuvoso, caracterizando o risco de doenças infecciosas provocadas por parasitoses.

No entanto, o controle da qualidade microbiológica dos corpos hídricos ainda se baseia somente na determinação de coliformes (fecais ou termotolerantes e E.coli), sendo importante estender esse controle com estudos de exames parasitológicos.

6.2.4 Análise do índice de qualidade da água do igarapé Mata Fome

O IQA é bastante importante para transmitir informação a respeito da qualidade de água ao público em geral e pode esclarecer como o conceito se modificou ao longo do tempo, além de permitir comparações entre diferentes cursos de água (LOPES, 2007).

Na avaliação da água do igarapé Mata Fome foi utilizada a metodologia para determinação do IQA adotado pela CETESB, porém com adaptações. Os

parâmetros analisados no igarapé Mata Fome para determinação do IQA foram: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais, turbidez, coliformes fecais e demanda bioquímica de oxigênio, exceto fósforo total e nitrogênio total.

O cálculo do IQA na pesquisa foi de acordo com a metodologia apresentada no item 5.3.3, contudo com adaptações. Na Tabela 15 é demonstrado o resultado obtido para o IQA adaptado, bem como a respectiva qualidade do igarapé Mata Fome em cada ponto de coleta.

Tabela 15 – Índice de Qualidade das águas do igarapé Mata Fome

Amostragem	1ª ETAPA (Período chuvoso/Baixar-mar)			2ª ETAPA (Período de estiagem/Preamar)		
	IQA	Qualidade	Cor	IQA	Qualidade	Cor
Ponto 1	20,87	Ruim	Vermelha	26,58	Ruim	Vermelha
Ponto 2	15,67	Péssima	Preta	22,90	Ruim	Vermelha
Ponto 3	15,56	Péssima	Preta	22,30	Ruim	Vermelha
Ponto 4	16,03	Péssima	Preta	23,13	Ruim	Vermelha
Ponto 5	21,86	Ruim	Vermelha	23,59	Ruim	Vermelha
Ponto 6	15,10	Péssima	Preta	19,71	Péssima	Preta
Ponto 7	15,45	Péssima	Preta	19,74	Péssima	Preta
Ponto 8	15,30	Péssima	Preta	19,73	Péssima	Preta
Ponto 9	14,61	Péssima	Preta	19,52	Péssima	Preta

No período chuvoso, maré vazante, apenas 2 pontos de coleta das águas do igarapé foram considerados como “Péssima”, entretanto nos outros 7 pontos de coleta das águas foram classificadas como “Ruim”, conforme Gráfico .

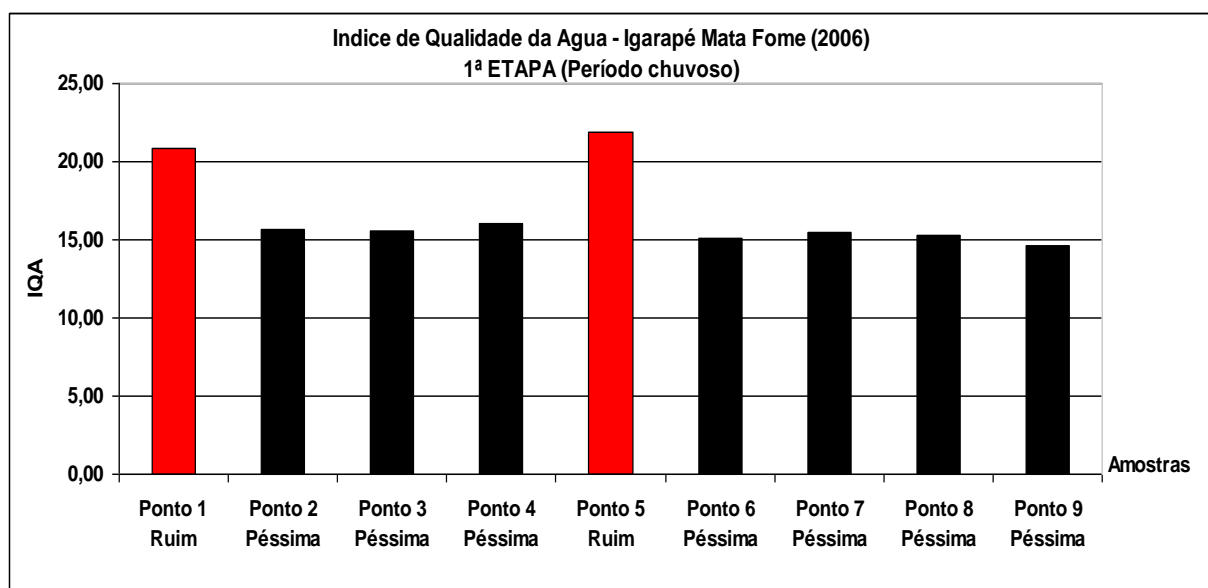


Gráfico 22 – IQA do igarapé Mata Fome, período chuvoso

No período de estiagem, maré enchente, os cinco primeiros pontos de coleta (sentido foz-nascente) apresentaram qualidade das águas “Péssima”, entretanto os outros pontos apresentaram qualidade das águas “Ruim”, Gráfico

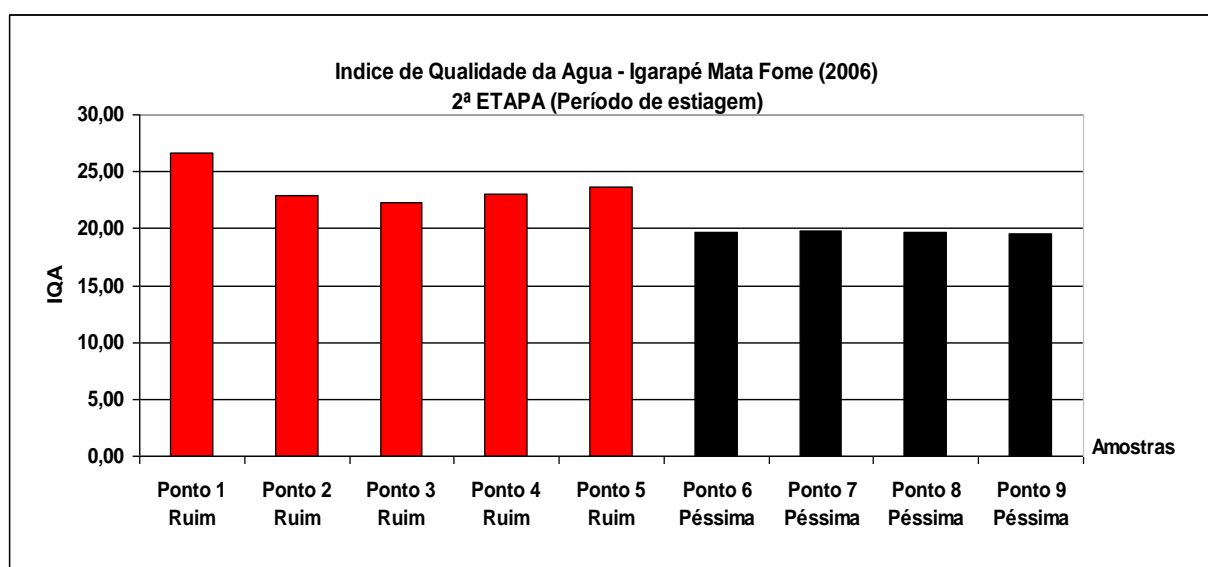


Gráfico 23 – IQA do igarapé Mata Fome, período de estiagem

A determinação do IQA nesta pesquisa, embora com adaptações pela ausência de valores dos parâmetros fósforo de nitrogênio total, demonstra, claramente, a situação de degradação da qualidade da água do igarapé Mata Fome, principalmente, nos pontos de coleta em direção a nascente, os quais possuem pouca influencia das águas da baía do Guajará para diluição da carga poluidora.

6.2.5 Análise dos dados com outros pesquisadores

As pesquisadoras Sousa; Nascimento; Lima, (2003) realizaram a caracterização preliminar das águas dos principais canais das bacias hidrográficas que deságuam na Baía de Guajará, inclusive da bacia do Mata Fome.

A pesquisadora Ribeiro (2004) estudou o igarapé Paracuri, curso d'água mais importante da bacia do Paracuri, que deságua também na baía do Guajará, pertencente ao Distrito de Icoraci (DAICO). A comparação dos dados da pesquisa torna-se interessante para análise pela proximidade com o igarapé Mata Fome, conforme Tabela 15.

Tabela 17 – Comparação dos valores médios dos parâmetros analisados por diferentes pesquisadores do igarapé Mata Fome e entorno.

Parâmetro	CONAMA 357/2005	SOUSA; NASCIMENTO; LIMA (2003)		RIBEIRO (2004)		LOPES (2006)	
		Resultado	Período	Resultado	Período	Resultado	Período
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5 mg/L	2,5	estiagem	-	estiagem	2,0	Estiagem
		1,7	chuvoso	-	chuvoso	2,0	Chuvoso
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	CONAMA nº 274/00	$2,1 \times 10^4$	estiagem	$2,8 \times 10^3$	estiagem	$1,6 \times 10^4$	Estiagem
		$2,3 \times 10^5$	chuvoso	$2,5 \times 10^3$	chuvoso	$8,7 \times 10^4$	Chuvoso
Turbidez	100	-	estiagem	44,4	estiagem	12,4	Estiagem
		-	chuvoso	37	chuvoso	24,1	Chuvoso
Ph	6-9	6	estiagem	5,0	estiagem	6,6	Estiagem
		6	chuvoso	5,5	chuvoso	6,9	Chuvoso
DBO	5 mg/L	19	estiagem	-	estiagem	8,6	Estiagem
		16	chuvoso	-	chuvoso	5,3	Chuvoso

Os valores obtidos nas pesquisas foram comparados com a legislação vigente, contudo os valores médios de oxigênio e DBO não atendem os limites

estabelecidos da resolução CONAMA 357/2005 e as concentrações de Coliformes Termotolerantes não atendem o limite da resolução CONAMA n° 274/00.

Os estudos comprovam o estágio de deterioração da qualidade das águas do igarapé Mata Fome, depredação do equilíbrio aquático e comprometimento da saúde e bem estar humano.

6.3 AVALIAÇÃO DO SEDIMENTO DO IGARAPÉ MATA FOME

Segundo Bertoletti; Zagatto (2006) os sedimentos podem ser considerados uma das matrizes mais complexas existentes nos ecossistemas aquáticos. Desde a gênese do material particulado em solução, o qual compete com a coluna d'água pela adsorção de inúmeros compostos, até sua sedimentação no leito dos rios, lagos ou reservatórios, as mudanças são inúmeras. O sedimento constitui-se tipicamente por uma mistura de argila, areia, sais minerais e matéria orgânica. Sua composição pode variar desde totalmente mineral até com predominância orgânica, dependendo de fatores naturais (geoquímica) e antrópicos.

O sedimento pode ser entendido, ainda, como resultado de processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos, influenciando o metabolismo de todo o sistema. É um dos compartimentos mais importantes a serem estudados na avaliação do nível de contaminação dos ecossistemas aquáticos, dada a capacidade destes em acumular compostos orgânicos e inorgânicos, principalmente por processos de decantação. Muitos desses compostos podem estar presentes naturalmente em concentrações elevadas, mas, na maioria dos casos, esses valores são devidos à atividade antropogênicas (POWER; CHAPMAN, 1992 *apud* BERTOLETTI; ZAGATTO, 2006)

O sedimento (lodo) também possui vários componentes orgânicos e minerais que lhe conferem características fertilizantes. Da mesma forma, outros componentes, pelo seu risco sanitário e ambiental, são indesejáveis. Estes contaminantes indesejáveis provenientes do lançamento do esgoto doméstico *in natura* representa risco à saúde humana e ao ambiente.

6.3.1 Parâmetros químicos

Os valores de Fósforo Total e Nitrogênio Total Kjeldhal no sedimento do igarapé Mata Fome, aliados com outros dados, torna-se importante para a avaliação do ecossistema aquático, assim como para o gerenciamento deste material quando dragado no leito do igarapé e utilização para outros fins.

Na Tabela 16, são apresentados os resultados dos parâmetros químicos para os sedimentos coletados às margens do igarapé Mata Fome.

Tabela 16 – Parâmetros químicos das amostras de sedimento

1ª ETAPA (Período chuvoso/Baixa-mar)									
Parâmetro	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9
Fósforo Total (mg/L)	0,24	0,76	3,08	2,58	1,79	1,49	1,59	2,52	3,14
Nitrogênio Total* (%)	0,03	0,04	0,33	0,45	0,29	0,26	0,29	0,31	0,29
2ª ETAPA (Período de estiagem/Preamar)									
Parâmetro	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9
Fósforo Total (mg/L)	30,30	2,05	7,16	40,02	34,58	54,85	22,62	22,56	35,40
Nitrogênio Total* (%)	0,04	0,12	0,09	0,24	0,13	0,29	0,33	0,16	0,23

Nota: Considerar que 1 mg/L equivale à 10^{-4} %.

Os valores máximo e mínimo de Nitrogênio Total Kjeldhal no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 0,03 a 0,45 %. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 0,04 a 0,33 %, conforme Gráfico. Os valores obtidos no período chuvoso foram semelhantes ao período estiagem.

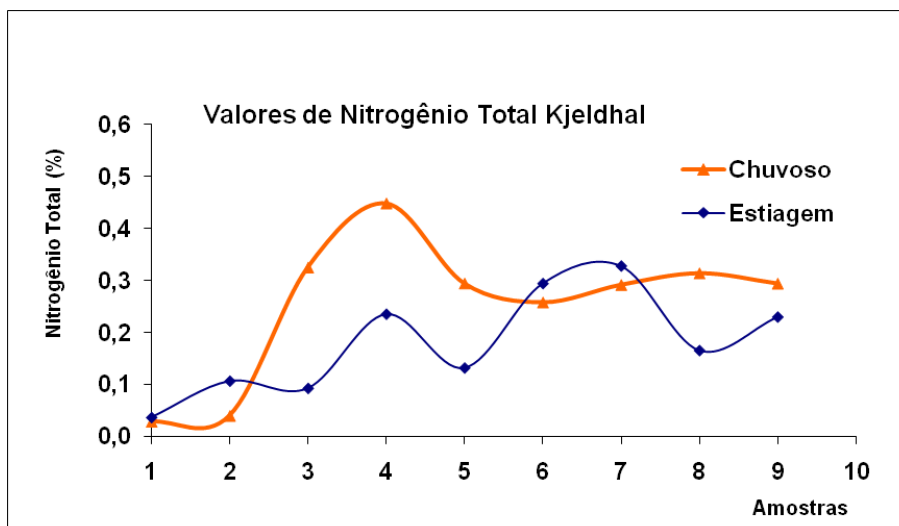


Gráfico 24 – Valores de Nitrogênio Total Kjeldhal no sedimento das margens do igarapé Mata Fome

Os valores máximo e mínimo de Fósforo Total no igarapé Mata Fome no período chuvoso, maré vazante, compreendeu a faixa de 0,24 a 3,14 mg/L. No período de estiagem, maré enchente, compreendeu a faixa de 2,05 a 54,85 mg/L, conforme Gráfico . Os valores obtidos no período de estiagem foram superiores ao período chuvoso.

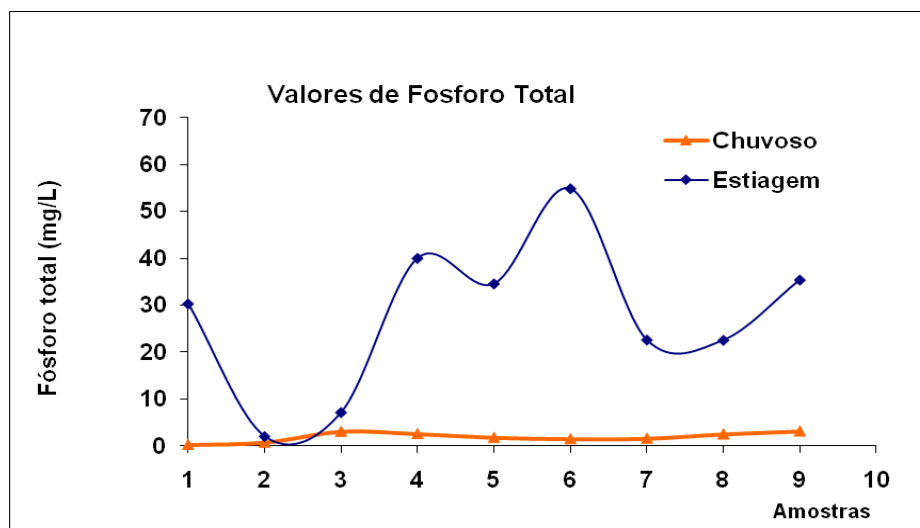


Gráfico 25 – Valores de Fósforo Total no sedimento do igarapé Mata Fome

Os compostos de fósforo entram na composição das águas naturais, geralmente, em quantidades muito pequenas. Constituem-se em importantes elementos para os seres vivos durante o metabolismo respiratório e fotossintético. Ao lado de outros nutrientes representam papel importante nos processos de

eutrofização e constituem-se em parâmetros fundamentais no controle das algas, principalmente em lagos e mananciais de superfície (BRANCO, 1978).

Nas Fotografia 49 e a Fotografia 50 são evidenciadas o avanço do estágio de proliferação de macrófitas no igarapé.



Fotografia 49 – Coleta de amostras na travessa Colina, fevereiro de 2006.
Fonte: Direta (2006)



Fotografia 50 – Coleta de amostras na travessa Colina, setembro de 2006.
Fonte: Direta (2006)

A retirada do excesso de macrófitas é importante para manter o efeito de filtração e a eficiência de remoção de componentes poluentes, bem como evitar que sua decomposição contribua com a elevação das formas de nitrogênio e fósforo e com o assoreamento.

6.3.2 Exames parasitológicos

A presença de patógenos no lodo é indesejada devido aos riscos de infecção às pessoas e aos animais que mantêm contato direto com o bio-sólido (lodo de esgoto). A sanidade do lodo está intrinsecamente relacionada ao perfil da saúde da população. Sua influência nas condições sanitárias varia, conforme os organismos e as condições ambientais (ANDREOLI, 2001).

Dentro os nove pontos de amostragem selecionados no sentido foz-nascente do igarapé Mata Fome, apenas cinco pontos foram submetidos aos exames de parasitologia para identificação de cistos e protozoários e ovos de helmintos no sedimento.

No Quadro 10 os seguintes estágios parasitários das amostras de sedimento (lodo) do Igarapé Mata Fome.

Amostras	1ª ETAPA (Período chuvoso/Baixa-mar)		2ª ETAPA (Período de estiagem/Preamar)	
	Protozoários	Helmintos	Protozoários	Helmintos
Ponto 1	<i>Entamoeba spp</i> (cistos tetranucleada) <i>Giardia spp</i> (cistos)	ausente	ausente	ausente
Ponto 2	<i>Entamoeba spp</i> (cistos tetranucleada) <i>Entamoeba</i> (cistos octanucleada) <i>Isospora belli</i> (cistos)	ausente	<i>Entamoeba ssp</i> (cistos octanucleados)	larva rabióide de <i>Ancylostomídeos spp</i>
Ponto 3	<i>Entamoeba spp</i> (cistos tetranucleada) <i>Giardia spp</i> (cistos)	<i>Ascaris lumbricoides</i> (ovos)	<i>Giardia spp</i> (cistos)	ausente
Ponto 4	Na			
Ponto 5	<i>Entamoeba</i> (cistos octanucleada)	<i>Ascaris lumbricoides</i> (ovos) <i>Trichuris trichiura</i> (ovos)	ausente	<i>Ascaris lumbricoides</i> (ovos)
Ponto 6	Na			
Ponto 7	<i>Entamoeba</i> (cistos octanucleada)	Ausente	ausente	ausente
Ponto 8	Na			
Ponto 9	<i>Endolimax nana</i> (cistos)	<i>Ancylostomídeos spp</i> (larvas)	<i>Endolimax nana</i> (cistos)	<i>Trichuris trichiura</i> (ovos)
Na - Não realizada				

Quadro 10 – Estágios parasitários identificados nas amostras de sedimento

No período chuvoso, maré vazante, foi detectada a presença de duas espécies de helmintos: *Ascaris lumbricoides* (ovos) e *Trichuris trichiura* (ovos). Entretanto foi identificada a presença de três espécies de protozoários: *Entamoeba spp* (cistos tetranucleados e octanucleados), *Isospora belli* (cistos) e *Giardia spp* (cistos), conforme Quadro 10.

Dentro os protozoários identificados na pesquisa à espécie *Isospora belli* da subclasse dos coccídeos chamou atenção, pois este protozoário é característico de portadores de AIDS, a transmissão acontece através de água e alimentos contaminados. O parasita se localiza no intestino delgado, onde invade o enterócito e multiplica-se, o que provoca danos na arquitetura das vilosidades e leva a um processo inflamatório.

No período de estiagem, maré enchente, foi detectada a presença de duas espécies de helminto *Ascaris lumbricoides* (ovos) e larva rabióide de *Ancylostomídeos spp*. Entretanto foi identificada a presença de duas espécies de

protozoários: *Entamoeba spp* (cistos octanucleados) e *Giarda spp* (cistos), conforme Quadro 10.

De acordo com Suberkropp (1974) *apud* Lima (2001) os microrganismos patogênicos presentes nos resíduos sólidos podem sobreviver vários dias. Os helmintos das espécies *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e larva de *Ancylostomídeos* podem sobreviver 2000 – 2500 dias; 1800 dias e 35 dias; respectivamente. O protozoário da espécie *Entamoeba histolytica* pode sobreviver 08 a 12 dias.

Os exames mostram que a presença dos cistos de protozoários no sedimento das margens do igarapé foi mais elevada, principalmente no período chuvoso.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base na avaliação das águas e sedimentos do igarapé Mata Fome, assim como na oferta dos serviços de saneamento na Comunidade Bom Jesus I, pode-se concluir que:

- Os valores médios de pH na água do igarapé no período chuvoso foi de 6,9 e no período de estiagem foi de 6,6. Assim como os valores médios de turbidez no período chuvoso foi de 24,1 UNT e na estiagem foi de 12,4 UNT. Ambos os parâmetros atendem a resolução CONAMA 570/05;
- Os valores médios da carreira de sólidos (totais, totais fixos e totais voláteis) na água do igarapé, no período chuvoso, foram de 237,8 mg/L; 70 mg/L e 167,8 mg/L, respectivamente. No período de estiagem foram de 99,1 mg/L; 63,7 mg/L e 35,4 mg/L, respectivamente. Os valores foram mais acentuados no período de chuvas, evidenciando a presença de matéria orgânica;
- Os valores médio de cor aparente das águas do igarapé, no período chuvoso foi de 113,1 mg Pt/L e no período de estiagem foi de 63,7 mg Pt/L, provavelmente pela presença da matéria orgânica;
- Os valores médios de OD, DBO e DQO na água do igarapé, no período chuvoso, foram de 2 mg/L; 5,3 mg/L e 6,9 mg/L, respectivamente. No período de estiagem foram de 2 mg/L; 8,6 mg/L e 10 mg/L, respectivamente. Os valores de OD e DBO não atendem o limite estabelecido pela resolução CONAMA 570/05 e indicam uma depreciação da qualidade das águas do igarapé pela presença da matéria orgânica proveniente do lançamento de esgoto sem tratamento;
- As concentrações médias de Coliformes Totais e Termotolerantes nas águas do igarapé, no período chuvoso foram de $4,3 \times 10^7$ NMP/100mL e $8,7 \times 10^4$ NMP/100mL, respectivamente. No período de estiagem foram de $1,3 \times 10^6$ NMP/100mL e $1,6 \times 10^4$ NMP/100mL, respectivamente. Os valores indicam uma elevada poluição fecal no período chuvoso, ocasionadas pelo esgoto lançado no igarapé e a lixiviação das excretas lançadas no solo;
- Conforme o limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 274/00 as águas do igarapé Mata Fome foram consideradas impróprias para balneabilidade, pela

presença elevada de coliformes fecais e a incidência de lançamento de esgoto doméstico na água;

- Nos exames parasitológicos de identificação de cistos de protozoários na água e no sedimento do igarapé Mata Fome foram registrados *Entamoeba spp* (cistos tetranucleados), *Endolimax nana*, *Giarda spp* e *Isospora belli*;
- Nos exames parasitológicos de identificação de ovos de helmintos na água e no sedimento do igarapé Mata Fome foram registrados *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostomideos spp* e *Trichuris trichiura*;
- Os exames parasitológicos mostram que a presença dos cistos de protozoários e ovos de helmintos foram mais elevados no período chuvoso;
- As parasitoses intestinais identificadas no igarapé do Mata Fome representam um problema de saúde pública, decorre, principalmente, da precariedade dos serviços de saneamento básico e da falta de hábitos higiênicos da população;
- Os valores médios de Fósforo Total e Nitrogênio Total Kjeldhal no sedimento do igarapé, no período chuvoso, foram de 1,91 mg/L e 0,25%, respectivamente. No período de estiagem foram de 27,73 e 0,18%, respectivamente. As concentrações de Fósforo Total foi acentuada no período de estiagem, sendo observado a presença de macrofitas em diversos trechos do igarapé, além do lançamento de esgoto doméstico;
- A determinação Índice da Qualidade da Água (IQA) do igarapé Mata Fome ficou comprometida pela ausência das análises de Fósforo Total e Nitrogênio Total. Contudo o cálculo realizado com os parâmetros obtidos na pesquisa resultaram na classificação da água em “ruim” e “péssima”, de acordo com IQA-CESTEB;
- No diagnóstico dos serviços de saneamento básico na Comunidade Jesus I, localizada no entorno do igarapé Mata Fome, o acesso ao abastecimento de água potável, esgotamento sanitário; limpeza urbana e drenagem de águas pluviais foi caracterizado como precário. O déficit de atendimento desses serviços conduz a implantação de soluções individuais inapropriadas em relação aos requisitos técnicos, ambientais e sanitários, principalmente no abastecimento de água e esgotamento sanitário; e
- A ocupação ao longo das margens do igarapé Mata Fome, na zona urbana de expansão da cidade de Belém, está ocasionando graves impactos ambientais nos recursos hídricos, caracterizando um estágio degradativo ocasionado pelo

lançamento de esgoto doméstico, resíduos sólidos, assoreamento e desmatamento. Deste modo compromete a qualidade de vida da população, em virtude da degradação ambiental, precárias condições de saneamento e incidência de microorganismo patogênico.

Em virtude dos resultados e conclusões apresentados neste trabalho, torna-se relevante efetuar algumas recomendações:

- Atualização do Projeto de Recuperação da Bacia Hidrográfica do Mata Fome elaborado para o Programa Gestão dos Rios Urbanos, assim como a integração com o Plano Municipal de Saneamento, conforme orienta a Lei nº 11.445/2007;
- Estudo de tecnológicas apropriadas à realidade socioeconômica, cultural e ambiental, visando a promoção do saneamento para população desta área;
- Promoção contínua de ações em educação sanitária, ambiental e em saúde para a população, facilitando o acesso às informações sobre prevenção de doenças e constante melhoria da saúde; e
- Determinação, acesso e divulgação do IQA das bacias hidrográficas de Belém, como uma forma de acompanhar, por meio de informações resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos na extensão das bacias hidrográficas ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

Agência do Pará. **Governo do Estado assume projeto de revitalização do Tucunduba**. Acesso em: Disponível em: < <http://www.pa.gov.br>>. Visitado em: 20 de setembro de 2007.

ANAIS. Simpósio “**Amazônia, Cidades e Geopolíticas das Águas**”. Belém: NAEA/UFGPA, 2003. 226p.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Evolução da organização e implementação da gestão de bacias no Brasil**. Brasília. 2002. 24p.

ANDREOLI, C. V.; PINTO, M. A. T. **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final**. Curitiba: 2001.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19th. Washington: APHA, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12.244: Construção de poço tubular para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 1992.

_____. NBR 12.209: Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1990.

AREAUJO, R. A. II-052 – **Remoção de helmintos e protozoários em estações de tratamento de esgoto sanitário**. Anais do 24^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. 2007.

BARBOSA, A.J.S.; SILVA. V.M. **Ocupação urbana e degradação ambiental: a problemática do lançamento de efluentes domésticos nas bacias hidrográficas do município de Belém - Pa**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Sanitária). Departamento de Hidráulica e Saneamento. Centro Tecnológico. Universidade Federal do Pará. Belém. 2002.

BARBOSA, M. J. de S. (coord.). **Estudo de caso: urbanização do igarapé Tucunduba, gestão de rios urbanos – Belém/Pará**. UFGPA, 2003. 68p.

BELÉM, Prefeitura Municipal de. **Parecer técnico sobre disposição de esgotos sanitários nos canais de drenagem das áreas baixas de Belém**. Belém, 1985.

_____. **I Curso Internacional de Gestão de Rios Urbanos**. Belém: SEGEP, 2000.

_____. **Plano Estratégico Municipal para Assentamentos Subnormais. Parte II: Diagnóstico institucional município de Belém-Pará**. SEGEP. Belém, 2001.

BERTOLETTI, E.; ZAGATTO, P. A. **Ecotoxilogia Aquática. Princípios e Aplicações**. Avaliação da qualidade de sedimento. Cap 3. Editora RIMA. São Carlos. 2006. 478p

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à Engenharia Sanitária**. CETESB. 2ª edição. São Paulo. 1978. 620 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Lei n.º 11.445, 5 de janeiro de 2007. Institui diretrizes nacionais para o saneamento básico.

_____. Ministério das Cidades. Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001. Institui as diretrizes gerais da Política Urbana.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Lei n.º 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria nº 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.

BUSETTI, E. C. et al. **Distribuição dos nutrientes no solo e na vegetação em um sistema várzea-estuário-mangue em Belém**. Cap I. Belém de águas e ilhas. Ed Cejup. Belém-Pará. 2006. 402p.

CARDOSO, A. C. D.. **O Espaço Alternativo: vida e forma urbana nas baixadas de Belém**. Belém. ADUFPA. 2007.

CARNEIRO, Paulo Fernando Norat. **Caracterização física e avaliação econômica da potencialidade da coleta seletiva dos resíduos sólidos domiciliares gerados nos municípios de Belém e Ananindeua – Pará**. 2006. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará. Belém, 2006.

CARVALHO, E. N. et al. VI-106 - **Adequação do índice de qualidade da água da “National Sanitation Foundation” (NSF), dos Estados Unidos, à realidade brasileira**. Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande. 2005.

CASTRO, E.(org.). **Belém de águas e ilhas**. Ed Cejup. Belém-Pará. 2006. 402p.

CETESB, São Paulo. Relatório de qualidade das água interiores do estado de São Paulo/CETESB – São Paulo: CETESB, 2001.

CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Normalização Técnica NT-08. **Análise Microbiológica de Águas**. São Paulo. 2005.

CERQUEIRA, L. F. F. VII-051 - **Os impactos dos assentamentos informais de baixa renda nos recursos hídricos: o caso das comunidades peri-urbanas de Jacarepaguá-RJ**. Anais do 24º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. 2007.

CONDURÚ, M. T.; PEREIRA, J. A. R. **Elaboração de trabalhos acadêmicos – normas, critérios e procedimentos**. Belém: NUMA/UFPA, EDUPFA. 2005. 184p.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf> >, visitado em: 06 de janeiro de 2006a.

_____. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf> >, visitado em: 06 de janeiro de 2006b.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DA ÁREA METROPOLITANA. **Ortofoto do município de Belém**. CODEM. Belém. CD–Rom. 1998.

_____. **Ortofoto do município de Belém**. CODEM. Belém. CD–Rom. 2000.

_____. **Mapoteca**. CODEM. Belém. CD–Rom. 2006.

COSANPA. Companhia de Saneamento do Pará. **Relatório geral**. Belém, 2003.

_____. **Localidades apoiadas pela Cosanpa**. Belém –Região Metropolitana. Disponível em: < <http://www.cosanpa.pa.gov.br/novo/localidades/BELEM.ASP> >. visitado em: 07 de janeiro de 2007.

Centro de Hidrografia da Marinha. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) 2006. **Tabuas de Marés**. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm>>, visitado em: 07 de janeiro de 2007.

CRISTINO, M. G. G. **Caracterização química dos sedimentos de fundo e da água, do canal São Joaquim (Bacia do Una Belém-Pa)**. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Exatas e Naturais. Programa de Pós-graduação em Química. UFPA. Belém: 2005. 120p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Análises Químicas Para Avaliação da Fertilidade do Solo**. Métodos Usados na Embrapa Solos. (Doc, 3). 1997. 212p.

FARIA, D. C.. II-146 – **Avaliação da qualidade do lodo produzido por tratamento terciário empregando cal hidratada, visando à reciclagem agrícola**. Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. 2007.

FAUST, E.C et al.. **A critical study of clinical laboratory techniques for the diagnosis of protozoan cysts and helminth egg infeces**. I Preliminary communication. Amer. J.Trop. Med. 18:169-183, 1938.

FAGUNDES NETO, U.; OLIVA, C. A. G. **Infecções diarreicas agudas e persistentes em pediatria – abordagem clínica**. IN: VERNONESSI, R.; FOCACCIA, R. *Tratado de infectologia*. São Paulo: Editora Atheneu, p.777-783. 1996.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. Capítulo Esgotamento sanitário. 3 ed. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Brasília. 2006.408p.

GASPAR, M. T. P. **Avaliação dos impactos da ocupação urbana sobre as águas da bacia hidrográfica do igarapé Mata Fome, Belém-Pará**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica. Universidade Federal do Pará. Belém. 2001.

GEORGETTI, M. S. **VI - 046 - Gestão ambiental em centros urbanos: a questão dos recursos hídricos**. Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. 2007.

GOOGLE_Earth 2000. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Google_Earth_2000 >. Acesso em: setembro de 2007.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Gráficos Climatológicos**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br> >. Acesso em: 20 de setembro de 2007. 2007a.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **2º Distrito Meteorológico de Belém**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br> >. Acesso em: 20 de setembro de 2007. 2007b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Glossário**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/> >. Acesso em: 12 de dezembro de 2005.

_____. **Censo Demográfico 2000**. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 12 de fevereiro de 2006a.

_____. **Censo Demográfico 2000: documentação dos microdados da amostra**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/> >. Acesso em: 12 de fevereiro de 2006b.

_____. **Censo Demográfico 2000: setor censitário**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/> >. Acesso em: 12 de fevereiro de 2006b.

_____. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Diretoria de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2ª Ed. Rio de Janeiro. 2004.

IPEA. **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – Relatório nacional de acompanhamento**. Brasília, DF. 2005.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos**. 4 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005. 932p.

KONIG, A. II-109. **O tempo de decantação influenciando no aumento do número de ovos de helmintos em amostras de esgoto bruto**. Anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Paraíba. João Pessoa. 2000.

LEMOS, V. P. **Noções Básicas de Análise Química Quantitativa**. Belém: UFPA/CG-Geoquímica, 2005.

LEI MUNICIPAL. Lei nº 7.603 de 13 de janeiro de 1993. Institui o Plano Diretor do município de Belém. Disponível em: http://www.belem.pa.gov.br/semaj/app/Sistema/form_leis_2.php. Acesso em: setembro de 2007.

_____.Lei nº 7.682, de 05 de janeiro de 1994. Dispõe sobre a regionalização administrativa do município de Belém, delimitando os respectivos espaços territoriais dos Distritos Administrativos. Disponível em: http://www.belem.pa.gov.br/semaj/app/Sistema/form_leis_2.php. Acesso em: setembro de 2007.

LSR. Laboratório de Sensoriamento Remoto. **Secretária Estadual de Meio Ambiente**. CD-Rom. 2006.

LIBERAL. Jornal Liberal. **Mata-Fome organiza luta pela água**. Atualidades. Disponível em: < http://www.orm.com.br/o_liberal >. visitado em: 16 mar. 2007.

LISBOA, F. A. M.; MELLO, V. S. A. **Estudo das condições ambientais das bacias hidrográficas que deságuam no rio Guamá. Belém-Pa**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Sanitária). Departamento de Hidráulica e Saneamento. Centro Tecnológico. Universidade Federal do Pará. Belém. 2003.

LIMA. José Dantas de. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Ed. ABES. João Pessoa. 2002

LOPES D. F., BEZERRA, M. S. M. **Avaliação dos níveis de contaminação do igarapé Tucunduba – evolução histórica e atuais perspectivas**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Tecnológico. Universidade Federal do Pará. Belém, 2001.

LOPES, F. B. **IV- 082 - Enquadramento das águas do rio Acaraú, Ceará, pelo uso de um índice de qualidade de água**. Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. 2007.

MACÊDO, J.A.B.M. **Águas & águas**. Belo Horizonte. 2ª ed. 2004.

MASCARENHAS, Luciana Curi Araújo. II-261. **Avaliação da concentração e viabilidade dos ovos de *ascaris lumbricoides* presentes no lodo de lagoas de polimento**. 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville. Santa Catarina. 2003.

MARINATO, C. F. IV-104 – **Avaliação de compatibilização entre planos diretores de recursos hídricos e planos diretores municipais**. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. 2007.

MAPA SOCIAL DOS MUNICIPIOS PARAENSES. Governo do Estado do Pará. 2007. Disponível em: <http://www.sepof.pa.gov.br.htm>. Acesso em: 28 de setembro de 2007.

MELLO, J. C. **Desenvolvimento Sustentável**. Brasília. 1994. Disponível em: <http://www.cidi.oas.org/MelloIntro.htm>. Acesso em: 28 de setembro de 2006.

MELO. M.C.B. *et al.* **Parasitoses Intestinais**. Ver. Méd. Minas Gerais; 14 (1 Supl. 1): S3-S12. 2004.

MENDONÇA, S. R. **Sistema de lagunas de estabilización**. Colômbia: Mc Graw – Hill Interamerican, 2000.

MERCÊS, S. do S. S. das, et al. **Relatório ambiental da região metropolitana de Belém**. Belém: COHAB, 1997.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – Vigilância Epidemiológica – *Doenças Transmissíveis*, 2006. Disponível em: < http://portal.saude.gov.br/portal/svs/visualizar_texto>. Acesso em: 20 jan. 2006.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 2 ed.

MOTA, S. **Saneamento**. In: ROUQUARIOL, M. Z. *Epidemiologia e saúde*. 5a ed. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000.

MONTEIRO ELIZABETH; Cañete Voyner Ravena. **Igarapé Mata Fome: saúde e meio ambiente em uma perspectiva de administração participativa**. Anais do Simpósio Amazônia, cidades, Cidades e Geopolítica das Águas. Belém. NAEA/UFPA. 2003.

NASCIMENTO, F. S. do. **“Dinâmica da distribuição dos Poluentes metálicos e orgânicos nos sedimentos de fundo dos canais de drenagem de Belém, PA”**. Belém: UFPA, 1995. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação, na área de Geoquímica.

Núcleo de Meteorologia. **Secretária Estadual de Meio Ambiente**. Disponível em: < http://www.para30graus.pa.gov.br/precipitacoes_mensal.htm >. Acesso em: 12 de janeiro de 2007.

NHM/SEMA. Núcleo de Meteorologia. **Secretária Estadual de Meio Ambiente** Regiões Hidrográficas do Estado do Pará. 2007.

NUEPI. Núcleo de Epidemiologia. **Doenças pela ausência de saneamento**. Estado do Pará. 2006.

OLIVEIRA, J.R. (coord.). **Projetos Estudos Hidrogeológicos da Região Metropolitana de Belém e Adjacências**. Companhia de Pesquisa de Recursos Hídricos. CPRM. 2002.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Indicadores para o estabelecimento de políticas e a tomada de decisão em saúde ambiental*. Genebra, 1996.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Projeto do Milênio*, 2005. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/milenio/>>. Acesso em: 17 jan. 2006.

PARÁ. Companhia de Habitação do Estado do Pará. **Relatório ambiental da Região Metropolitana de Belém**. Belém: 1997. 261 p.

PARÁ. Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. Orçamento Geral do Estado 2006. Belém: SEPOF, 2005. Disponível em: <<http://www.sepof.pa.gov.br/loal.cfm>>. Acesso em: 19 out. 2005.

_____. Secretária de Estado e Indústria, Comércio e Mineração. **Plano Diretor de Mineração em Áreas Urbanas, Região Metropolitana de Belém e Adjacência: projeto estudo do meio ambiente em sítios de extração de materiais de construção na região de Belém-Pa**. Belém: SEICON, 1995. 157 p.

PENA FILHO, J. I. de C. **Estudo sócio-econômico e físico-ambiental da área de invasão do igarapé Mata Fome, Distrito de Icoaraci, Belém (PA)**. Monografia. Educação Ambiental. NUMA. UFPA. 1999.

PENA FILHO, J. I. de C. **Estudos sócio-econômicos [sic] e físico-ambiental da área de invasão do igarapé Mata Fome, distrito de Icoaraci, Belém (PA)**. Núcleo de Meio Ambiente. Curso de Especialização em Educação Ambiental. Universidade Federal do Pará. Belém. 2000.

PEREIRA, J. A. R. (org.). Relatório. **Determinações laboratoriais: Material sedimentado, canais de drenagem urbana**. Programa de recuperação da bacia do Una. Belém: UFPA, 2002a.

PEREIRA, J. A. R. **Evolução física das obras do programa de macrodrenagem da Bacia do Una – Belém/Pará**. Relatório Fotográfico. 2002b.

PEREIRA, J. A. R. (org.). **Saneamento Ambiental em Áreas urbanas: Esgotamento Sanitário na Região Metropolitana de Belém**. 1 ed. UFPA/NUMA, EDUFPA. Belém. 2003. 205pag.

PEREIRA, J. A. R. (org.). **Plano diretor do sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém-Pa**. Volume I/IV. Belém. 2004.

PINHEIRO, R. V. L. **Estudos Hidrodinâmico Sedimentológico do Estuário Guajarino Belém (PA)**. Belém: UFPA, Tese (Mestrado), Programa de pós-graduação na área de Geologia. 1987.

Programa Gestão dos Rios Urbanos. Bacia do Mata Fome. **Programa Esse Rio é Minha Vida**. Prefeitura Municipal de Belém. 2000. 428p.

RAMOS, J. F. F. **Poluição e Contaminação na Orla de Belém – PA**. In: Semana da Cultura Alemã, XIII. Belém, 2002.

RADAR SOCIAL. Condições de Vida no Brasil em 2006. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos Sociais. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/radarsocial>. Acesso em: 2007.

RIBEIRO, K T S. **Recursos Hídricos no Estuário Amazônico e os Agravos à Saúde Humana**. Projeto MEGAM. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Universidade Federal do Pará. Belém: MEGAM-NAEA/UFPA, 2001.

RIBEIRO, K.T.S. **Água e saúde humana em Belém**. Editora Cejup. Coleção MEGAM/2. Belém. 2004. 320p.

RIMA. Relatório de Impacto Ambiental – Orla da Estrada Nova. Secretária Municipal de Belém. PMB. Junho de 2006. 121p.

RINO, C. A. F. **IV-030 - Avaliação da qualidade das águas do rio Bauru – determinação do IQA**. Anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Paraíba. 2001.

ROSSETTO, A.M.. **Proposta de um sistema integrado de gestão do ambiente urbano (SIGAU) para o desenvolvimento sustentável de cidades**. Tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis. 2003. 413p.

RHODIA. **Levantamento Multicêntrico de Parasitoses intestinais no Brasil**, São Paulo; 1988.

SAAEB. Projetos Especiais. **Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Belém**. Disponível em: < <http://www.belem.pa.gov.br>>. Visitado em: 06 de janeiro de 2007.

SACCO, D. **A esperança nacional**. In: Cadernos Diplô, Le Monde diplomatique, 2003.

SANTANDREU, A. **Las consultas urbanas y planes de acción: procesos participativos y multiactor para mejorar la gestión del ambiente urbano en ciudades de América Latina y el Caribe**. URBANA, jul. 2002, vol.7, no.31, p.039-055. ISSN 0798-0523.

SAUMA FILHO, M. **As águas subterrâneas de Belém e adjacências**. Influência da Formação Pirabas e parâmetros físico-químicos para medidas de qualidade. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação na área de Geologia. Belém: 1996. 128p.

SEGEP. Secretária de gestão e planejamento de Belém. Mensagem do prefeito de Belém à Câmara Municipal 2003. **Desenvolvimento urbanístico e ambiental**. Relatório de atividades 2002. Belém. 2003.

SEGEP. Secretária de gestão e planejamento de Belém. **Bacia hidrográfica do Mata Fome**. CD Room. Belém. 2006.

SENA, Lucinda Freitas de Assis. **Fundamentos para o planejamento e gestão. Urbanos por bacias hidrográficas: uma alternativa para RMB?**. Qualificação Saneamento Ambiental e Infra-estrutura Urbana. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. UFPA. Belém. 2006.

SILVA, A. **Política de Habitação População:** Urbanização das ocupações coletivas NUMA/UFPA, 1997.

SILVA, K. R. M. **Sistema de Esgoto da Bacia do Una em Belém do Pará.** Belém: UFPA, TCC (Engenharia Civil). 2001.

SILVA, M. M. P. da. II-253 - **Avaliação das características químicas, físicas e biológicas de lodo produzido em tanques sépticos coletivos de municípios de pequeno porte do semi-árido paraibano.** Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. 2007.

SINAN. **Sistema de informação sobre agravos de notificação.** Divisão de informação e análises epidemiológicas em saúde. Secretária Municipal de Saúde. Belém. 2007.

SNIS. **Sistema nacional de informações de saneamento básico.** Ministério das cidades. Abastecimento de água. CD-Rom. 2005

SOLOMONS, W. & FORSTNER, V. **Metals in the Hydrocycle.** Berlin: Springer – Verlag. 1984. 340p.

SOUSA, L. A.; NASCIMENTO, R. M.; LIMA, R. F. **Caracterização preliminar das águas dos principais canais das bacias hidrográficas que deságuam na Baía de Guajará.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Sanitária). Departamento de Hidráulica e Saneamento. Centro Tecnológico. Universidade Federal do Pará. Belém. 2003.

SOUZA, E. L. et al. **Diagnóstico sócio-econômico e ambiental da bacia do igarapé Mata Fome.** Consulta urbana para implantação do “Projeto esse rio é minha vida”. Belém: PMB/PGU, 1999.

TRINDADE JR, S. C. **A Cidade Dispersa:** Os novos espaços de assentamentos em Belém e a reestruturação metropolitana. Tese (Doutorado em Geografia). Apresentado a Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo. USP. 1998.

TRINDADE JR, S. C; SILVA, M. A. P (org). **Belém:** a cidade e o rio na Amazônia. Belém. EDUFPA. 2005. 171 p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia:** ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. Ed. McGraw-Hill, São Paulo, 1978. 245 p.

VIANA, M.. VII-040 - **Avaliação da aplicabilidade do índice de salubridade ambiental (ISA) na hierarquização de vilas e favelas de Belo horizonte**. Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo horizonte. 2007.

VINAGRE, M. V. A. Objetivos de desenvolvimento do milênio da ONU: redução da mortalidade na infância e saneamento básico urbano no Estado do Pará. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. 3 ed. 2005.

_____. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. v.7. 2007. 588p.