



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA
COORDENADORIA DO CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CCET
SUBUNIDADE: CURSO EM BACHAREL INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA - BICT

Isadora de Queiroz da Silva

ANÁLISE PRELIMINAR DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM SÃO LUÍS DO MARANHÃO,
BRASIL: UM ENFOQUE AMBIENTAL

São Luís – MA

2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA
COORDENADORIA DO CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – CCET
SUBUNIDADE: CURSO EM BACHAREL INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA – BICT

Isadora de Queiroz da Silva

ANÁLISE PRELIMINAR DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM SÃO LUÍS DO MARANHÃO,
BRASIL: UM ENFOQUE AMBIENTAL

Trabalho de Conclusão e Integração de Curso
apresentada à Universidade Federal do Maranhão,
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel do curso Interdisciplinar em Ciência e
Tecnologia.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA
COORDENADORIA DO CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – CCET
SUBUNIDADE: CURSO EM BACHAREL INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA – BICT

São Luís – MA

2015

Trabalho de Contextualização e Integração Curricular (TCIC) avaliado e aprovado em sua versão final pela banca examinadora constituída pelos docentes abaixo assinados:

Prof^a. Dr^a. Juliana de Faria Lima Santos

Universidade Federal de São Paulo

Prof. Ms. Antônio Alves Dias Neto

Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Luis Carlos Alves Venancio

Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Rodrigo da Cruz Araújo

Universidade Federal do Pará

Resumo

No mundo contemporâneo, a água é um importante recurso natural que possui múltiplos usos e aplicações. Este trabalho realizou uma análise preliminar dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de São Luís, com foco na situação ambiental das principais bacias hidrográficas que recebem o lançamento de esgotos no município. Os procedimentos metodológicos qualitativos utilizados foram revisão bibliográfica e análise documental. A capital maranhense conta com o abastecimento de água realizado pela CAEMA, pela Prefeitura Municipal e por poços isolados, sendo o Italuís o maior dos sistemas. O esgotamento sanitário, realizado principalmente pela CAEMA, mostrou-se ineficiente visto o lançamento de esgoto *in natura* nas bacias de esgotamento do Anil, Bacanga, Paciência, Jeniparana e Oceânica, contribuindo para o comprometimento delas. Fazem-se necessárias medidas emergenciais para solucionar os problemas ambientais e sanitários na Ilha de São Luís.

PALAVRAS CHAVE: abastecimento de água; esgotamento sanitário; São Luís; situação ambiental.

Abstract

In the contemporary world, water is an important natural resource of vast application. This work did the preliminary analysis of the water and sewage supply systems in the city of São Luís, with focus on environmental situation of the main watersheds that receive the discharge of sewage from the city. The qualitative methodological procedures used were bibliographical review and document analysis. The capital of Maranhão is water supplied by CAEMA, by the City Hall and by isolated wells, which Italuís is the major of the systems. The sanitary sewage system, managed by CAEMA, was detected as inefficient about the discharge of sewage *in natura* in Bacias Anil, Bacanga, Paciência, Jeniparana and Oceânica, contributing to the pollution of them. It is necessary emergency measures in order to solve environmental and sanitary problems at the whole island of São Luís.

Key words: water supply; sanitary sewage; São Luís; environmental situation.

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Sistema simples de abastecimento de água | 12 |
| Figura 2 - Exemplo de rede ramificada | 18 |
| Figura 3 - Exemplo de rede malhada | 18 |
| Figura 4 - Exemplo de rede mista | 18 |
| Figura 5 - Esquema de uma ligação domiciliar | 19 |
| Figura 6 - Partes Construtivas do Sistema Convencional | 23 |
| Figura 7 - Localização do Estado do Maranhão | 24 |
| Figura 8 - Ilha de São Luís, MA, Brasil | 25 |
| Figura 9 - Organograma de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário..... | 34 |
| Figura 10 - Percurso da adutora de água do Sistema Italuís | 39 |
| Figura 11 - Bacias de Esgotamento Sanitário..... | 43 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Produção de água nos principais sistemas produtores do município de São Luís, MA, Brasil | 36 |
| Tabela 2 - Características dos reservatórios operados pela CAEMA no município de São Luís, MA, Brasil | 38 |
| Tabela 3 - EEE's e ETE's da Bacia do Anil | 44 |
| Tabela 4 - EEE's e ETE da Bacia do Bacanga | 45 |
| Tabela 5 - EEE's e ETE's da Bacia do Paciência | 47 |
| Tabela 6 - EEE's da Bacia Oceânica | 49 |
| Tabela 7 - EEE's e ETE da Bacia do Jeniparana | 50 |

Lista de Gráficos

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 - Média histórica de chuvas em São Luís do período de 1961 a 1990 | 27 |
|---|----|

Siglas

BICT – Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia

CAEMA – Companhia de Saneamento Ambiental no Maranhão

CF – Constituição Federal

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EEA – Estação Elevatória de Água

EEE – Estação Elevatória de Esgoto

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Economia

IMESC – Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos

IQA – Índice de Qualidade de Água

LabMet/UEMA – Laboratório de Meteorologia da UEMA

LABOHIDRO – Laboratório de Hidrobiologia

MA – Maranhão

MS – Ministério da Saúde

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PIB – Produto Interno Bruto

PMISB – Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico

PMSS – Programa de Modernização do Setor Saneamento

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PV – Poços de visita

SEMOSP – Secretaria Municipal de Obras e Serviços Público

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUSAN – Superintendência de Saneamento Básico

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão

UFMA – Universidade Federal do Maranhão

SMEPE - Secretaria Municipal Extraordinária de Projetos Especiais

Sumário

| | |
|---|------|
| Abstract | v |
| Lista de Figuras | vi |
| Lista de Tabelas..... | vii |
| Lista de Gráficos | viii |
| Siglas..... | ix |
| 1. INTRODUÇÃO | 3 |
| 2. OBJETIVO..... | 4 |
| 3. METAS | 4 |
| 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 4 |
| 4.1. Saneamento básico | 4 |
| 4.2. Panorama Constitucional..... | 8 |
| 4.3. Abastecimento de água público..... | 10 |
| 4.4. Esgotamento sanitário público | 19 |
| 5. MATERIAL E MÉTODOS | 24 |
| 5.1. Caracterização da área de estudo | 24 |
| 5.2. Caracterização do meio natural | 26 |
| 5.2.1. Clima | 26 |
| 5.2.2. Precipitação | 26 |
| 5.2.3. Temperatura | 27 |
| 5.2.4. Recursos Hídricos | 27 |
| 5.2.5. Caracterização Socioeconômica..... | 30 |
| 5.3. Procedimento metodológico..... | 31 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 33 |
| 6.1. Prestação de Serviços no município de São Luís | 33 |
| 6.1.1. Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA..... | 34 |
| 6.1.2. Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos – SEMOSP | 35 |
| 6.2. Rede de Abastecimento de Água em São Luís..... | 35 |
| 6.2.1. Sistema Italuís | 38 |
| 6.2.2. Sistema Sacavém..... | 39 |
| 6.2.3. Sistema Paciência..... | 40 |
| 6.2.4. Sistemas Cidade Operária, Maiobão e São Raimundo..... | 40 |
| 6.2.5. Poços Isolados | 41 |

| | | |
|--------|---|----|
| 6.2.6. | Sistemas operados pela Prefeitura Municipal de São Luís..... | 41 |
| 6.3. | Sistemas de Esgotamento Sanitário em São Luís..... | 42 |
| 6.3.1. | Bacia de esgotamento Anil..... | 43 |
| 6.3.2. | Bacia de esgotamento Bacanga | 45 |
| 6.3.3. | Bacia de esgotamento Paciência..... | 46 |
| 6.3.4. | Bacia de esgotamento Oceânica..... | 48 |
| 6.3.5. | Bacia de esgotamento Jeniparana..... | 50 |
| 6.4. | Panorama atual do saneamento em São Luís | 51 |
| 7. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 52 |
| 8. | REFERÊNCIAS | 53 |
| | ANEXO A – Mapa das Bacias Hidrográficas da Ilha de São Luís, MA, Brasil. | 60 |
| | ANEXO B – Mapa dos Sistemas de Abastecimento de Água de São Luís, MA, Brasil..... | 61 |

1. INTRODUÇÃO

Observa-se no mundo contemporâneo o desenvolvimento urbano acelerado a partir da segunda metade do século XX com a concentração da população em espaços cada vez mais reduzidos, como no caso das cidades, o que produz grande competição pelo acesso aos recursos naturais como o solo e a água, levando ao desequilíbrio uma parte de sua biodiversidade. O meio formado pelo ambiente natural e pela população (socioeconômico urbano) é considerado um ser vivo e dinâmico capaz de gerar um conjunto de efeitos interligados, que sem o devido controle pode levar uma cidade ao caos, quer seja do ponto de vista da saúde pública como ambiental (TUCCI, 2008).

Dados da OMS apontam que investimentos na melhoria do abastecimento de água, saneamento e higiene em todos os países podem prevenir uma série de agravos, com destaque para a diarreia, impactando em aproximadamente 9,1% da carga global de doença e 6,3% do total de mortes, principalmente entre as crianças com até 5 anos de idade (PRÜSS-ÜSTÜN et al, 2008).

Leoneti et al, (2011) estimaram que a quantidade de água necessária para o desenvolvimento das atividades humanas, tanto no processo de produção de vários tipos de produtos quanto no abastecimento para o consumo de água propriamente dito, vem aumentando significativamente ano após ano no Brasil. Em contraponto, a quantidade de água potável ou de água que possa ser utilizada para satisfazer essas necessidade não aumenta na mesma proporção.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento (OLIVEIRA et al, 2013), 82,5% dos brasileiros são atendidos com abastecimento de água tratada, 48,6% da população têm acesso à coleta de esgoto, mas apenas 39% dos esgotos do país são tratados.

Neste contexto, o presente estudo procurou levantar informações acerca das ações desenvolvidas pela principal concessionária de abastecimento de água e esgotamento sanitário na capital ludovicense no que tange os serviços disponibilizados e em especial contribuir com informações sobre a qualidade ambiental dos principais mananciais de abastecimento e corpos receptores de esgotos.

2. OBJETIVO

- Objetivo Geral: Realizar uma análise preliminar dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de São Luís do Maranhão, Brasil.
- Objetivos Específicos: Levantar as informações disponibilizadas sobre a qualidade ambiental dos corpos hídricos receptores de esgotos sanitários no município de São Luís do Maranhão, Brasil.

3. METAS

- Pretendeu-se obter, a partir deste estudo, um guia para o grupo de pesquisa em Saúde Ambiental do BICT/UFMA, em fase de implantação 2015.1 e 2015.2, que irá selecionar áreas prioritárias para investigações da qualidade da água distribuída, qualidade ambiental dos corpos hídricos, esgotamento sanitário e satisfação dos clientes sobre os serviços oferecidos pela principal concessionária de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de São Luís. Um desses estudos será realizado no TCIC II da aluna [2016.1];
- Os TCIC-Is [2015.1] orientados pela prof^a. Dr^a. Juliana de Faria Lima Santos com a orientação do prof^o Ms. Antônio Alves Dias são o início de uma parceria para implantação/implementação do grupo de pesquisa em Saúde Ambiental no BICT/UFMA.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Saneamento básico

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), citado por Philippi & Malheiros (2005), saneamento pode ser entendido como “o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeito nocivo sobre o seu bem-estar físico, mental ou social”. De outra forma, pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar Salubridade Ambiental.

Conforme a mesma publicação, de acordo com a própria instituição, a cada US\$1 investido em saneamento representa uma economia de US\$5 em gastos com sistemas de saúde curativa. Hoje, os dados divulgados pelo Ministério da Saúde (MS) afirmam que essa proporção no Brasil é de R\$ 1 para R\$ 4.

Em 1984, Menezes (1984) conceituou o saneamento básico como “o conjunto de medidas que visam modificar as condições do meio ambiente, com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde”, levando a crer que a maioria dos problemas sanitários que afetam uma população está intrinsecamente relacionada com o meio ambiente. Seu conceito relaciona-se apenas com o controle dos agentes patogênicos e dos vetores das doenças, sendo compreendido como a barreira entre a doença e a saúde, sem o entendimento da promoção de saúde em longo prazo.

O conceito de promoção de saúde proposto pela OMS, desde a Conferência de Ottawa em 1986, é visto como o princípio norteador das ações de saúde em todo o mundo. Assim, a saúde é entendida como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, não se restringindo à prevenção de doenças. Além disso, considera as condições ambientais como um dos fatores determinantes para a saúde. Então, para promover saúde à população, deve-se atuar sobre essas condições. Dessa forma, o saneamento é uma das medidas prioritárias em termos de saúde pública (FRANCEYS, 1994). Um exemplo disso, segundo dados da OMS é a incidência de diarreia como a segunda maior responsável por óbito na infância representando em torno de 1,5 milhões de mortes anuais de crianças de até 5 anos. Entre as causas dessa doença destacam-se as condições inadequadas de saneamento (UNICEF, 2009).

Em 1993, Moraes passou a utilizar o termo salubridade ambiental para melhor definir o conceito de saneamento básico. Para ele, o saneamento tem como finalidade alcançar a salubridade ambiental e, dessa forma, haverá como consequência a prevenção das doenças e a promoção da saúde, complementando de certa forma o entendimento de proposto por Menezes. Segundo Moraes (1993), saneamento básico é definido como:

O conjunto de ações, entendidas, fundamentalmente, como de saúde pública, compreendendo o abastecimento de água em quantidade suficiente para assegurar a higiene adequada e o conforto, com qualidade compatível com os padrões de potabilidade; coleta, tratamento e disposição adequada dos esgotos e dos resíduos sólidos; drenagem urbana de águas pluviais e controle

ambiental de roedores, insetos, helmintos e outros vetores e reservatórios de doenças.

Entende-se como salubridade ambiental o estado de higidez (estado de saúde normal) em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias ou epidemias veiculadas pelo meio ambiente, como no tocante ao seu potencial de promover o aperfeiçoamento das condições mesológicas (que diz respeito ao clima e/ ou ambiente) favoráveis ao pleno gozo da saúde e do bem-estar (GUIMARÃES et al, 2007).

Segundo Carvalho e Oliveira (1997), o saneamento tem por objetivo minimizar os danos ao meio ambiente que interferem na saúde da população. Para Ferreira (2000), a noção de saneamento está ligada à de higiene e, uma vez que a palavra higiene significa algo relativo à saúde, então, a noção de saneamento relaciona-se à noção de saúde.

O saneamento também pode ser definido como um conjunto de ações que visam controlar doenças, transmissíveis ou não, além de propiciar conforto e bem-estar. Portanto está vinculado diretamente às condições de saúde e vida da população, caracterizando-se como um direito do cidadão (ARAÚJO, 2004). O mesmo autor salienta que as ações de saneamento são abrangentes e envolvem desde a educação sanitária e ambiental na comunidade, até o abastecimento de água potável, captação e tratamento do esgoto sanitário, coleta, tratamento e disposição final do lixo doméstico, limpeza de terrenos baldios, logradouros públicos, rios e arroios urbanos, além do controle de vetores.

No Brasil, até 2007 não havia legislação que definisse o saneamento básico. No entanto, em janeiro desse ano, foi sancionada a Lei Federal 11.445, que alterou e revogou outras leis com o intuito de estabelecer diretrizes nacionais para o saneamento básico. Assim, essa lei considera o saneamento como “o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais” de:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.”

Dessa forma, sabe-se que como consequência da realização de grande parte dos serviços citados, geralmente existe um comprometimento dos recursos naturais, em especial o solo e as águas, levando esses ambientes a um desequilíbrio ambiental, nas últimas décadas. Observa-se que a necessidade desses recursos aumenta gradativamente de acordo com a demanda populacional, um exemplo é a escassez dos recursos hídricos, uma preocupação do mundo todo. Atualmente, o modelo de saneamento tradicional tornou-se insustentável, pois este modelo gera crescentes níveis de pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos tanto pelo aumento progressivo da extração quanto pelo crescimento da degradação da qualidade decorrente do lançamento das águas usadas (COHIM, 2007).

No intuito de diminuir as pressões sobre os recursos naturais, surgiu uma abordagem mais consciente acerca do saneamento, o saneamento ambiental ou ecológico. Onde cada vez mais se intensificam a busca por novas tecnologias que procuram amenizar os impactos antrópicos a estes recursos (ROSENQUIST, 2005).

O Manual de Saneamento, lançado pela Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 2007), apresenta a definição de saneamento ambiental de acordo com o Plano Nacional de Saneamento Ambiental, como sendo:

O conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar a salubridade ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural.

4.2. Panorama Constitucional

No mundo contemporâneo, a água é um recurso que tem múltiplos usos e aplicações. Sua importância vai desde econômica, como o transporte, utilização agrícola e industrial, geração de energia (hidrelétricas, por exemplo), até seu consumo pelo homem. E justamente por isso, hoje é foco de preocupação a sua preservação e conservação. Mesmo com tantas aplicações, que necessitam ser analisadas em conjunto e não separadamente, a água utilizada no saneamento tem importância e funções peculiares, e por esta razão, destaca-se na Constituição Federal, mesmo antes da criação de sua lei (BARROSO, 2002).

A administração dos recursos hídricos é função da União, cabendo aos Estados e Municípios apenas, de acordo com o art. 23, XI, da Constituição Federal, “registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios”. Assim, a prestação do serviço de saneamento, que além de atingir seus próprios objetivos, submeteu-se à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e às suas metas, na gestão das águas nacionais (BARROSO, 2002).

Compete à União “definir critérios de outorga de direitos de seu uso [da água]”. Nos termos da Lei nº 9.433, de 8.1.97, a utilização da água, inclusive para fins de saneamento, depende de outorga por parte da União ou do Estado sob cuja titularidade se encontre. Assim, União e Estados deverão conceder as outorgas solicitadas, salvo situações excepcionais, quando se tratar de um serviço público atribuído por um ente federativo, para cuja prestação a utilização da água seja indispensável, como é o caso do saneamento.

Dessa forma, a partir de 2007, a Lei do Saneamento passou a definir o saneamento, bem como os princípios fundamentais que regem sua aplicação. De acordo com o art. 2º, I, são eles:

I – a universalização, ou seja, a ampliação progressiva do acesso ao saneamento básico por todos os domicílios ocupados, alcançando toda a população;

II - a integralidade, compreendida como o acesso da população a todas as atividades e componentes dos serviços do saneamento básico, suprindo suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais, por exemplo: a aplicação de técnicas diferentes nas áreas urbanas e nas regiões do semiárido;

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social, voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;

IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;

X - controle social, ou seja, formas de garantir à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de medidas relacionadas ao setor em seu benefício, como a formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico;

XI - segurança, qualidade e regularidade em todos os processos de implantação das tecnologias referentes ao saneamento, assim como posteriormente, durante o funcionamento das atividades;

XII - integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

XIII - adoção de medidas de fomento à moderação do consumo de água (incluído pela Lei 12.862, de 2013).

De acordo com o Ministério das Cidades (BRASIL, 2013), a lei do saneamento prevê o controle social por meio de conselhos municipais, estaduais e federal, de formação paritária, sendo composto por usuários, trabalhadores da saúde, representantes do governo e prestadores de serviço. Os conselhos possuem caráter consultivo, mas poderão exercer pressão sobre assuntos ligados ao setor, bem como a fixação das tarifas públicas, por exemplo.

Além disso, ela também criou o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no âmbito do Programa de Modernização do Setor Saneamento, este sistema reúne informações e indicadores sobre a prestação dos serviços de água, esgotos e manejo de resíduos sólidos provenientes dos prestadores que operam no Brasil.

A Lei do Saneamento permite ainda a elaboração de planos de saneamento para municípios de uma mesma região, cooperação entre os entes federados e criação de fundos de universalização dos serviços públicos.

4.3. Abastecimento de água público

De acordo com a Lei do Saneamento (BRASIL, 2007), o Sistema de Abastecimento de Água é constituído pelas:

Atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição.

Ainda, é caracterizado por Barros (1995) como:

A retirada da água da natureza, adequação de sua qualidade, transporte até os aglomerados humanos e fornecimento à população em quantidade compatível com suas necessidades, para os fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos.

O abastecimento de água pode ser coletivo ou individual. O segundo é de extrema importância para as áreas rurais, como a região do semiárido, onde os recursos são escassos e a população é dispersa, e também para as áreas periféricas, como solução definitiva e complementar. Teoricamente, o sistema de abastecimento coletivo é mais viável para as áreas urbanas, pois com ele é possível supervisionar a utilização dos mananciais e proporcionar sua

proteção de forma mais efetiva, e ainda controlar a qualidade da água a ser transportada e consumida, além de reduzir os recursos financeiros (BRASIL, 2007).

Na perspectiva da importância sanitária e social do abastecimento de água, este controla e previne doenças, implanta hábitos higiênicos na população, como a lavagem das mãos, o banho e a limpeza de utensílios e a higiene do ambiente, facilita a limpeza pública e as práticas desportivas, propicia conforto, bem-estar e segurança (BRASIL 2007).

Economicamente, o abastecimento de água gera benefícios como aumentar a expectativa de vida de uma população e a vida produtiva do indivíduo, reduzindo custos com saúde pública e morbidez; permite a instalação de indústrias e impulsiona o turismo, gerando emprego e progresso das comunidades (BRASIL, 2007).

Uma das principais causas de morbidade e mortalidade são provenientes da contaminação pelos microrganismos patogênicos encontrados na água e/ou alimentos. A água é capaz de carrear agentes biológicos como bactérias patogênicas, vírus e parasitas, que são responsáveis por numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças endêmicas e epidêmicas como o cólera, a febre tifoide, o dengue que podem resultar em casos letais.

De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 12/12/2011, o controle da qualidade da água para consumo humano é entendido como:

O conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição.

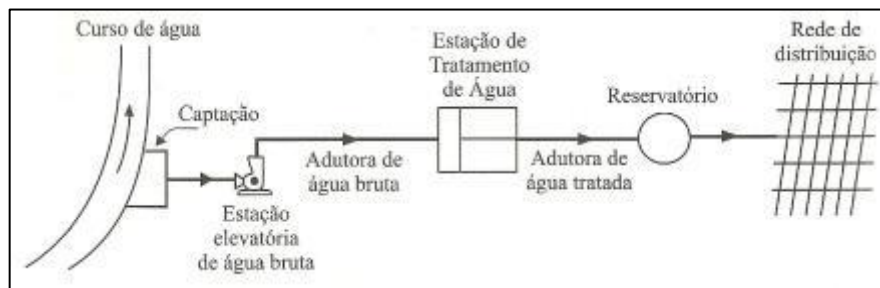
A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) estabelece que toda entidade pública ou privada concessionária do serviço de abastecimento de água tenha um aval para todo empreendimento proposto, mediante documento, e ainda termo de compromisso para operar e manter as obras e os serviços implantados. Todo projeto de abastecimento de água deve incluir “programas que visem à sustentabilidade dos sistemas implantados e contemplem os aspectos administrativos, tecnológicos, financeiros e de participação da comunidade”.

Recomenda-se, de acordo com a Fundação, que cada concessionária pública ou privada deve promover ações de educação em saúde e de mobilização social durante as fases de planejamento, implantação e operação das obras e serviços de engenharia como uma

estratégia integrada para que sejam alcançados os indicadores de impacto correspondentes, de modo a estimular o controle social e a participação da comunidade beneficiada.

De acordo com Leal (2008), para o abastecimento de água em uma cidade, a opção mais indicada é a solução coletiva, exceto no caso das comunidades rurais, cujos domicílios se encontram muito afastados, como mencionado anteriormente. Os sistemas de abastecimento de água podem variar de acordo com características locais e particulares, mas em geral são constituídos das seguintes partes: manancial, captação, estação elevatória, adutora, estação de tratamento de água, reservatório e rede de distribuição, conforme ilustrado na figura 1 a seguir.

Figura 1 – Sistema simples de abastecimento de água.



Fonte: TSUTIYA, 2006.

Manancial

É a fonte disponível de água a qual abastece o sistema, determinado pelas condições locais e pode ser do tipo subterrâneo freático ou não confinado, subterrâneo confinado, superficial sem acumulação, superficial com acumulação e água da chuva (HELLER & PÁDUA, 2006).

De acordo com o Manual de Saneamento (BRASIL, 2007), o manancial abastecedor é a fonte de onde se retira a água com condições sanitárias adequadas e vazão suficiente para atender à demanda da comunidade.

Os mananciais podem ser classificados, de acordo com sua natureza em:

- superficial: como aquele que escoar na superfície terrestre, compreendendo os córregos, ribeirões, rios, lagos e reservatórios artificiais;

- subterrâneo: como a parte que se encontra totalmente abaixo da superfície terrestre, compreendendo os lençóis freáticos e profundos e;
- aguas meteóricas: como as águas na forma de chuva, neve ou granizo.

Na existência de mais de um manancial, a escolha deve ser feita levando em consideração vários aspectos, como a qualidade e quantidade da água, o consumo atual da comunidade que será servida por ele, além da previsão de crescimento dessa comunidade e o consumo futuro, além dos custos de operação e manutenção desse sistema de abastecimento (HELLER & PÁDUA, 2006).

Todo sistema é projetado para servir uma comunidade por certo tempo, cuja denominação é período de projeto. Para que se possa fazer o cálculo do consumo provável, o manual estabelece que seja necessário conhecer a população a ser abastecida. Nos projetos, costuma-se fazer uma estimativa de população. Esta estimativa baseia-se em:

- população atual;
- número de anos durante os quais vai servir o projeto (período de projeto) e;
- taxa de crescimento da população: consumo *per capita*, variação diária de consumo, número de horas de funcionamento do sistema.

Captação

É o conjunto de equipamentos e instalações utilizados para a tomada de água do manancial, com a finalidade de lançá-la no sistema de abastecimento. O tipo de captação pode variar de acordo com o manancial e com os equipamentos a serem empregados (BRASIL, 2007). Pode ser definida como a estrutura capaz de retirar água do manancial abastecedor e conduzir até a estação de tratamento. A captação pode ser realizada em mananciais de águas superficiais, subterrâneas ou meteorológicas (MEDEIROS, 2000).

Estações Elevatórias de Água

São instalações destinadas a transportar e elevar a água, elas são necessárias quando a água precisa atingir níveis mais elevados, com a finalidade de vencer desníveis

geométricos. Podem ser classificadas quanto à água recalçada, bruta ou tratada e quanto ao tipo de bomba utilizada (HELLER & PÁDUA, 2006).

Uma estação elevatória é de extrema importância, conforme mencionado por Tsutiya (2006), dentro de um sistema de abastecimento de água, pois pode ser utilizada tanto na captação, adução, tratamento e na distribuição da água.

Adutoras

Segundo Medeiros Filho (2000), as adutoras têm o objetivo de transportar a água entre as unidades que antecedem a rede de distribuição: interligando a captação à Estação de Tratamento de Água (ETA) através de adutoras de água bruta e/ou interligando a unidade de tratamento aos reservatórios através de adutoras de água tratada. Podem ser classificadas de acordo com a energia de movimentação do líquido como a gravidade, o recalque e a mista e de acordo com o modo de escoamento do líquido (livre, forçado e mista).

O Manual de Saneamento (2007) apresenta classificação das adutoras de acordo com seu conjunto de tubulações, peças especiais e obras, dispostas entre a captação e a Estação de Tratamento de Água (ETA); a captação e o reservatório de distribuição; a captação e a rede de distribuição; a ETA e o reservatório de distribuição e a ETA e a rede de distribuição.

As adutoras podem ser classificadas de acordo com:

A natureza da água transportada

- Adutora de água bruta: transporta a água da captação até a Estação de Tratamento de Água;
- Adutora de água tratada: transporta a água da Estação de Tratamento de Água até os reservatórios de distribuição;

A energia utilizada para o escoamento da água

- Adutora por gravidade: quando aproveita o desnível existente entre o ponto inicial e o final da adução;
- Adutora por recalque: quando utiliza um meio elevatório qualquer (conjunto motobomba e acessórios);

- Mista: quando utiliza parte por recalque, e parte por gravidade;

Modo de escoamento

- Aduutora em conduto livre: mantém a superfície sob o efeito da pressão atmosférica. Os condutos podem ser abertos (canal) ou fechados. A água ocupa apenas parte da seção de escoamento, não funciona a seção plena, no caso totalmente cheio;
- Aduutora em conduto forçado: a água ocupa a seção de escoamento por inteiro, mantendo a pressão interna superior à pressão atmosférica. Permite que a água movimente-se, quer em sentido descendente por gravidade quer em sentido ascendente por recalque, graças à existência de uma carga hidráulica;

Estação de Tratamento de Água (ETA)

O método a ser escolhido para o tratamento da água dependerá de suas características organolépticas, físico-químicas e bacteriológicas, para que atendam aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria do MS nº 2914 de 12/12/2011, a fim de que se torne adequada ao consumo humano.

De acordo com Richter (2009) o tratamento de água convencional pode ser realizado através das seguintes etapas, são conceituadas:

- Coagulação: agrupa as impurezas em partículas maiores, que formarão os flocos. Para isso, mistura-se um produto químico na água, geralmente sais de alumínio ou de ferro, sendo muito usado o sulfato de alumínio. A dosagem ótima de coagulante a ser utilizado é definida a através do “Jar-test” (teste de jarros), que é um método bastante empregado em Estações de Tratamento de Água, para a determinação das dosagens ótimas dos coagulantes a serem empregados;
- Floculação: agrupamento das partículas coaguladas em flocos maiores, possibilitando sua separação por sedimentação e/ou filtração da água. Este processo é o mais utilizado para remover substâncias que produzem cor e turbidez na água;
- Decantação/ sedimentação: momento em que ocorre a separação das partículas sólidas pela ação da gravidade, proporcionando a sedimentação das impurezas no fundo dos tanques de tratamento da água;

- Filtração: separação de impurezas em suspensão na água, através da passagem por meio poroso granular. Esse processo pode ser físico-químico e também biológico, no caso de filtros lentos. Podem-se utilizar camadas de areia, sobre um sistema de drenagem, capaz de reter as partículas sólidas ainda presentes;
- Desinfecção: eliminação dos microrganismos patogênicos que não foram retirados nos processos anteriores, de forma a garantir maior qualidade da água tanto nos reservatórios quanto nas redes de distribuição, conservando essa qualidade. O agente de desinfecção mais utilizado é o cloro, no processo denominado cloração;
- Fluoretação: aplicação de flúor na água para prevenir a formação de cárie dentária em crianças e;
- Correção de pH: aplicação na água de uma certa quantidade de cal hidratada ou carbonato de sódio. Como forma de corrigir o pH da água e preservar a rede de encanamentos de distribuição.

No Manual de Saneamento (2007), também são abordados outros métodos de tratamento da água, denominados tratamento especiais por serem menos convencionais como àqueles empregados em regiões onde não há abastecimento pela rede pública, entre outros, como por exemplo, a fervura, a filtração lenta, a aeração e outros métodos como sedimentação simples, correção de dureza (retirada de sais), remoção de ferro (que dá turbidez à água), correção de acidez excessiva, remoção de odor e sabor desagradáveis.

Reservatório

Visa atender às variações de consumo ao longo do dia, promover a continuidade do abastecimento no caso de paralisação da produção de água, manter a pressão adequada na rede de distribuição, garantir uma reserva estratégica em casos de incêndio rupturas da rede, e atender a variação de consumo (PHILIPPI JR, 2005).

Para evitar sua contaminação, é necessário que sejam protegidos com estrutura adequada, tubo de ventilação, impermeabilização, cobertura, sistema de drenagem, abertura para limpeza, registro de descarga, ladrão e indicador de nível. Sua limpeza e desinfecção devem ser realizadas rotineiramente.

Ainda, a reservação pode ser classificada de acordo com sua localização e forma construtiva:

- Reservatório de montante: situado no início da rede de distribuição, sendo sempre o fornecedor de água para a rede;
- Reservatório de jusante: situado no extremo ou em pontos estratégicos do sistema, podendo fornecer ou receber água da rede de distribuição;
- Elevados: construídos sobre colunas quando há necessidade de aumentar a pressão em consequência de condições topográficas;
- Apoiados, enterrados e semienterrados: aqueles cujos fundos estão em contato com o terreno.

Rede de distribuição de água

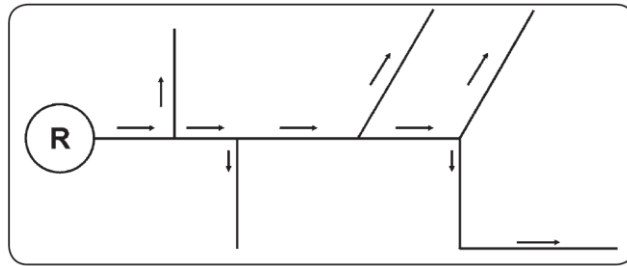
É o conjunto de tubulações, conexões, registros e peças especiais, destinados a distribuir a água de forma contínua, a todos os usuários do sistema, sempre de forma contínua e segura (BRASIL, 2007).

Medeiros Filho (2000) define rede de distribuição de água como “um conjunto de tubulações e suas partes acessórias, que tem como objetivo transportar a água da unidade de reservação até os consumidores do sistema de abastecimento de água, de forma contínua e em pontos mais próximos da sua utilização”.

Segundo Tsutiya (2006) e o Manual de Saneamento, as redes de distribuição podem ser classificadas conforme seu traçado e sentido de escoamento nas tubulações secundárias, dentre elas, as ramificadas, malhadas e mistas:

- Rede ramificada: consiste em uma tubulação principal, da qual partem tubulações secundárias. Tem o inconveniente de ser alimentada por um só ponto. São características de áreas que possuem um desenvolvimento linear em que as ruas não conectam entre si devido a problemas na topografia local ou de traçados urbanos (figura 2).

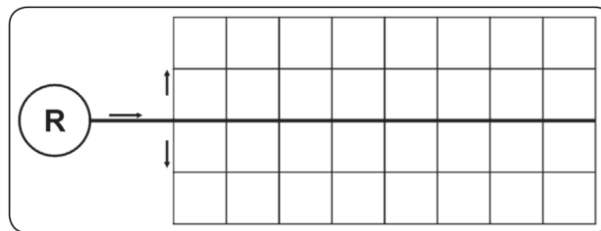
Figura 2 – Exemplo de rede ramificada.



Fonte: Adaptado de GOMES, 2004.

- **Rede malhada:** típica de áreas com ruas formando malhas viárias (figura 3). As tubulações principais formam blocos ou anéis permitindo o abastecimento do sistema por mais de um caminho, favorecendo a manutenção na rede com o mínimo possível de interrupção no abastecimento de água.

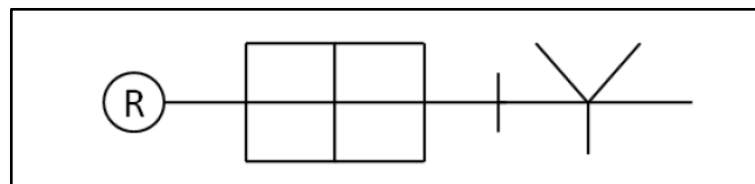
Figura 3 – Exemplo de rede malhada.



Fonte: Adaptado de GOMES, 2004.

- **Rede mista:** a rede mista nada mais é do que a combinação da rede ramificada com a rede malhada (figura 4).

Figura 4 – Exemplo de rede mista.



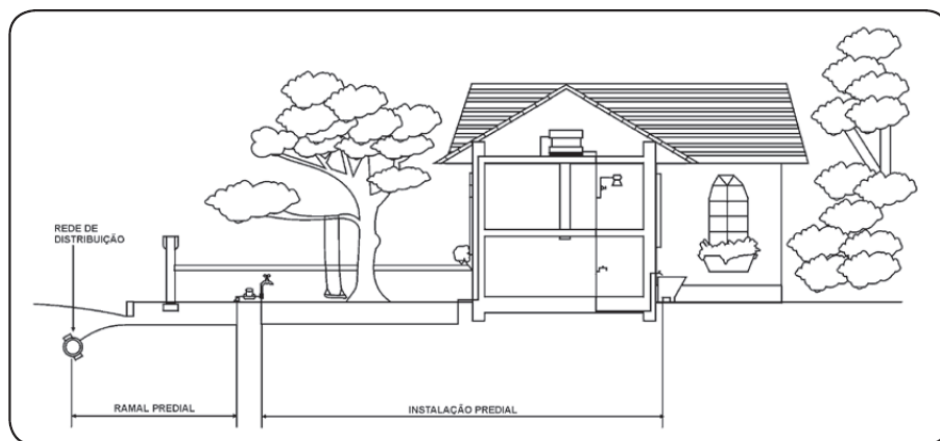
Fonte: GOMES, 2004.

Ligações domiciliares

A ligação das redes públicas de distribuição com a instalação domiciliar de água é feita através de um ramal predial com as seguintes características citadas abaixo e demonstradas na figura 5.

- Colar de tomada ou peça de derivação: faz a conexão da rede de distribuição com o ramal domiciliar;
- Ramal predial: tubulação compreendida entre o colar de tomada e o cavalete. Exceto casos especiais o ramal tem diâmetro de 20mm e;
- Cavalete: conjunto de tubos, conexões e registro do ramal predial para a instalação do hidrômetro ou limitador de consumo, que devem ficar acima do piso.

Figura 5 – Esquema de uma ligação domiciliar.



Fonte: BRASIL, 2007.

4.4. Esgotamento sanitário público

O esgotamento sanitário é definido pela Lei do Saneamento (BRASIL, 2007) como sendo:

Constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

Assim como o abastecimento de água, as soluções para o esgotamento sanitário podem ser individuais ou coletivas. A primeira, em localidades pouco povoadas, onde não há abastecimento público de água ou onde esse recurso é escasso, como o semiárido. A segunda, em regiões mais adensadas, onde soluções coletivas são mais viáveis.

Destinar adequadamente os dejetos humanos é de extrema importância, pois visa fundamentalmente controlar e prevenir as doenças relacionadas a eles e manter a integridade

ambiental dos corpos receptores. A falta de esgotamento sanitário adequado, uma das etapas do saneamento, é uma das principais causas de contaminação do solo e das fontes de água superficial e subterrânea, de modo que a proteção ambiental e o controle da poluição nesses locais estão intimamente relacionados ao saneamento (FRANCEYS, 1994, p. 4).

Segundo Craig (2000), os primeiros sistemas de esgotos foram construídos simplesmente para afastar das cidades os resíduos produzidos pela população, o que era uma solução imediata que visava o controle, por exemplo, de epidemias como o cólera. Atualmente, as soluções sanitárias objetivam em sua maioria evitar a poluição do solo e dos mananciais de abastecimento de água, com o intuito de evitar o contato de vetores com as fezes, propiciar a promoção de novos hábitos higiênicos na população, promover o conforto, atender ao senso estético. E todas as soluções sanitárias devem em especial preservar os múltiplos usos da água bem como manter o equilíbrio da biota aquática.

A falta de destinação adequada dos dejetos pode gerar a ocorrência de doenças, principalmente as infecciosas e parasitárias, que muitas vezes levam o homem à inatividade ou redução de sua potencialidade para o trabalho um sério comprometimento à saúde pública de um local ou uma região. Dessa forma, o esgotamento sanitário também pode representar uma economia para os cofres públicos, uma vez que diminui as despesas com o tratamento de doenças evitáveis, como as infecciosas e parasitárias, redução do custo do tratamento da água de abastecimento, pela prevenção da poluição dos mananciais, aumento da vida média do homem, pela redução da mortalidade em consequência da redução dos casos das doenças citadas, o controle mais efetivo da poluição das praias e dos locais de recreação com o objetivo de promover o turismo, preservação da fauna aquática, especialmente os criadouros de peixes (PHILIPPI JR., 1992).

A contaminação de um ambiente é a presença de microrganismos patogênicos, que provocam doenças, ou substâncias, em concentrações nocivas aos seres humanos (NASS, 2002). Uma das maneiras de mensurar a quantidade de esgoto e seu poder de contaminação é por meio da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), um indicativo da quantidade de oxigênio necessário para estabilizar a matéria orgânica presente em um meio, no caso, o esgoto. A DBO é uma das formas utilizadas para se medir a quantidade de matéria orgânica presente no esgoto e saber como será a atividade das bactérias aeróbias e anaeróbias para degradar essa matéria. Dessa forma, quanto maior o grau de poluição orgânica maior será a DBO. No entanto, como o oxigênio dissolvido no meio vai sendo degradado, DBO vai

diminuindo até anular-se. Quando não há mais oxigênio disponível, ocorrerá apenas a ação das bactérias anaeróbicas, como subproduto dessa decomposição haverá a formação do metano, gás sulfídrico e outros, produzindo odores desagradáveis.

Em se tratando de infraestrutura de áreas mais adensadas, onde geralmente há menos espaço para soluções individuais para o condicionamento dos dejetos humanos, faz-se necessária a utilização de técnicas de caráter coletivo, que são denominadas sistemas de esgotos. A rede coletora pode receber o esgoto doméstico (os resíduos líquidos produzidos nos domicílios, apartamentos e comércio), as águas de infiltração (águas que se infiltram nas tubulações e que são previstas nos cálculos das vazões) e os esgotos industriais (resultantes de fábricas e indústrias). O conjunto destes resíduos líquidos é denominado de esgoto sanitário.

Além disso, os sistemas de esgotamento sanitário podem ser classificados de acordo com o Manual de Saneamento (2007) em:

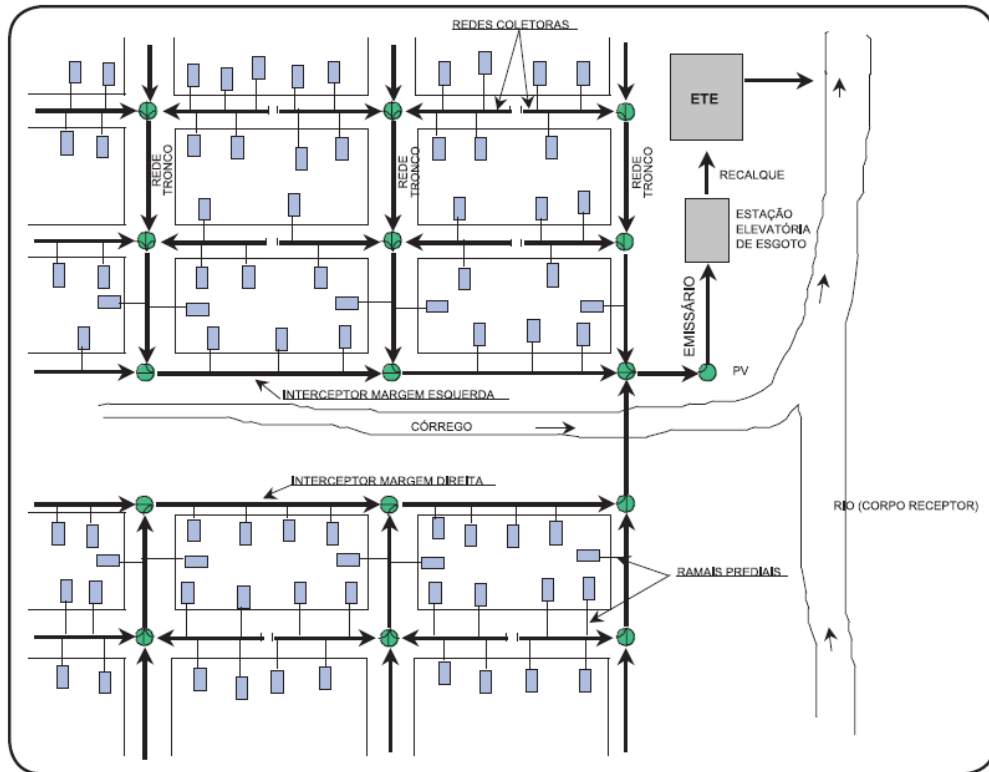
- Sistema unitário: a coleta das águas pluviais, dos esgotos domésticos e dos despejos industriais é feita em um único coletor, ou seja, não há separação dos esgotos e;
- Sistema separador absoluto: por apresentarem características distintas, ou seja, diferentes riscos para a saúde do homem, nesse sistema o esgoto doméstico e o industrial ficam completamente separados do esgoto pluvial.

O sistema público convencional de esgotamento sanitário é composto por partes constitutivas do sistema citadas abaixo e que podem ser observadas na figura 6.

- Ramal predial: ramais que conectam as casa até a rede pública de coleta, transportando os esgotos;
- Coletor de esgoto: recebem os esgotos das casas e outras edificações, transportando-os aos coletores tronco;
- Coletor tronco: tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores;
- Interceptor: os interceptores correm nos fundos de vale margeando cursos d'água ou canais. São responsáveis pelo transporte dos esgotos gerados na sub-bacia, evitando que os mesmos sejam lançados nos corpos d'água. Geralmente possuem diâmetro maior que o coletor tronco em função de maior vazão;
- Emissário: são similares aos interceptores, diferenciando apenas por não receber contribuição ao longo do percurso;

- Poços de visita (PV): são câmaras cuja finalidade é permitir a inspeção e limpeza da rede. Os locais mais indicados para sua instalação são o início da rede e nas mudanças de direção, declividade, diâmetro ou material, nas junções e em trechos longos. Nos trechos longos a distância entre PVs deve ser limitada pelo alcance dos equipamentos de desobstrução.
- Estação elevatória: quando as profundidades das tubulações tornam-se demasiadamente elevadas, quer devido à baixa declividade do terreno, quer devido à necessidade de se transpor uma elevação, torna-se necessário bombear os esgotos para um nível mais elevado. A partir desse ponto, os esgotos podem voltar a fluir por gravidade.
- Estação de Tratamento de Esgotos (ETE): a finalidade de uma ETE é a de remover os poluentes dos esgotos, os quais viriam causar uma deterioração da qualidade dos cursos d'água. Um sistema de esgotamento sanitário só pode ser considerado completo se incluir a etapa de tratamento. A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) pode dispor de alguns dos seguintes itens, ou todos eles:
 - ✓ grade;
 - ✓ desarenador;
 - ✓ sedimentação primária;
 - ✓ estabilização aeróbica;
 - ✓ filtro biológico ou de percolação;
 - ✓ lodos ativados;
 - ✓ sedimentação secundária;
 - ✓ digestor de lodo;
 - ✓ secagem de lodo;
 - ✓ desinfecção do efluente.
- Disposição final: após o tratamento, os esgotos podem ser lançados ao corpo d'água receptor ou, eventualmente, aplicados no solo.

Figura 6 – Partes Construtivas do Sistema Convencional.



Fonte: Adaptado de BARROS, 1995.

Outra técnica de solução eficiente e econômica para captação de esgoto foi desenvolvida no Brasil, no início do século XX, pelo engenheiro sanitário Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, que propôs os “quarteirões salubres” para o plano de saneamento da cidade paulista de Santos denominando a técnica como sistema condominial. Esta solução baseia-se em conectar um quarteirão por tubulações de esgoto, de modo que a rede coletora básica ou pública apenas tangencie o quarteirão-condomínio ao invés de circundá-lo como no sistema convencional, neste sistema todas as tubulações das residências se conectam em um único ponto, antes da tubulação coletora da rede pública, formando o condomínio, semelhante ao que ocorre num edifício de apartamentos. Esse sistema tem como objetivo principal economizar gastos. Além disso, também pode haver a presença de microsistemas descentralizados de tratamento (ANDRADE NETO, 1994).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Caracterização da área de estudo

O Estado do Maranhão localiza-se no extremo oeste da região Nordeste, entre as coordenadas 0°56' e 10°16' de latitude sul e 41°28' e 49°06' de longitude oeste, aproximadamente. Faz divisa ao norte com o Oceano Atlântico, ao leste com o estado do Piauí, a oeste com o estado do Pará e ao sul com o estado do Tocantins (SMEPE, 2011), conforme pode ser observado na figura 7. No último censo, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, o estado possuía uma população de 6.574.789 habitantes, com estimativa de 6.850.884 habitantes até o ano 2014. O estado possui 217 municípios e uma área total de 331.936,948 km², sendo o segundo maior da Região Nordeste e o oitavo maior do Brasil.

Figura 7 – Localização do Estado do Maranhão.



Fonte: BRASIL, 2011.

A Ilha de São Luís compreende a microrregião da aglomeração urbana de São Luís e faz parte da mesorregião norte maranhense, abrigando em seu território quatro municípios: São Luís, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa, observados na figura 8 (SMEPE, 2011). De acordo com o último censo demográfico realizado pelo IBGE (2010) a capital São Luís possuía um total de 1.014.837 habitantes, com estimativa de 1.073.893 habitantes para 2015.

A Ilha de São Luís apresenta importantes bacias hidrográficas como as dos rios: Anil, Bacanga, Tibiri e Paciência. Além dessas, existem as bacias de Inhaúma, Santo Antônio, Estiva, Praias, Geniparana, Cachorros, Guarapiranga e Itaqui.

O município de São Luís está localizado na porção ocidental da Ilha, entre os rios Bacanga e Anil. Ao norte, é banhado pelo Oceano Atlântico, a leste faz divisa com o município de São José de Ribamar, a oeste com a Baía de São Marcos e ao sul com o Estreito dos Mosquitos. O município ocupa aproximadamente 57% da Ilha, enquanto o restante do espaço insular é repartido pelos demais municípios citados, constituindo a Região Metropolitana de São Luís (SMEPE, 2011).

Os municípios da Ilha de São Luís são independentes política e administrativamente. Dessa forma, todos os municípios tornaram-se um pouco independentes entre si também nos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, serviços de drenagem, manejo dos resíduos sólidos, transporte coletivo, serviços de saúde, entre outros (SMEPE, 2011).

Figura 8 – Ilha de São Luís, MA, Brasil.



Fonte: SMEPE, 2011.

5.2. Caracterização do meio natural

5.2.1. Clima

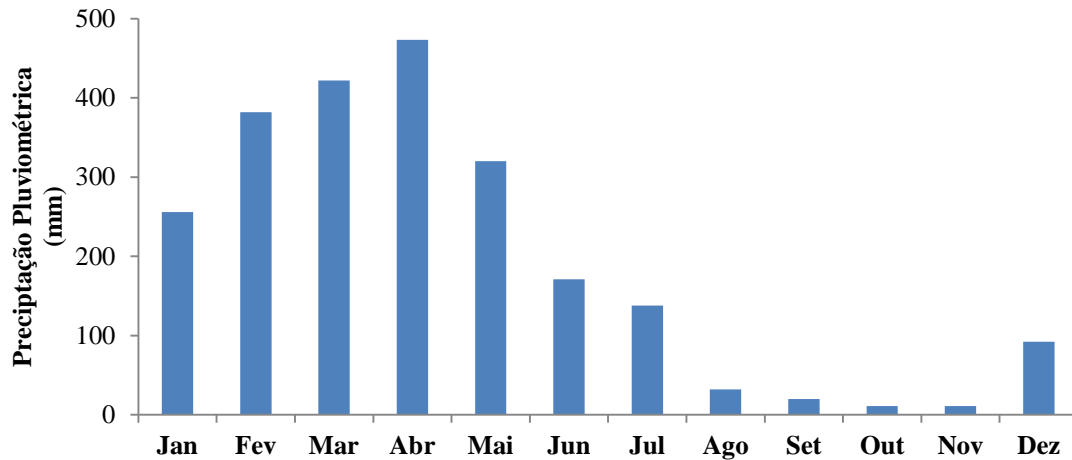
O estado localiza-se na faixa de transição entre o clima equatorial e tropical, estando a porção nordeste na faixa equatorial e o restante na zona tropical. O clima da Ilha de São Luís, localizada próxima à Zona de Convergência Intertropical, é tropical do tipo AW, que significa um verão quente e chuvoso, segundo a classificação proposta por Köppen-Geiger (SMEPE, 2011). As temperaturas médias giram entre 23,3° e 30,4°C, pluviosidade média abaixo de 2.500 mm/ano e duas estações bem definidas a chuvosa (verão) e a seca (inverno), com a maior parte das chuvas ocorrendo no verão.

5.2.2. Precipitação

As chuvas têm início mês de dezembro, no entanto, começam a se intensificar apenas no mês de janeiro. Apesar da precipitação desse mês ser geralmente elevada, 256 mm em média, a evapotranspiração potencial também é elevada, então não gera escoamento superficial *run off* significativo. Assim, entende-se que o mês de janeiro não é úmido nem seco, pois não há excesso de água acumulada (LABMET/UEMA).

Somente no mês de fevereiro, com uma precipitação média de 382 mm, os solos têm sua estocagem potencial alcançada, resultando em um excesso hídrico nos solos. Nos meses de março e abril, a precipitação alcança valores superelevados, em média acima de 400 mm para cada mês. Nessa época, o acúmulo de água na superfície também é elevado, e quando somado ao do mês anterior, torna o escoamento superficial ainda maior. Dessa forma, os meses de março e abril são os que mais ocorrem enchentes, as quais causam severos danos à população e prejuízos à economia. Segundo o LabMet/UEMA, os meses mais secos de São Luís são geralmente outubro e novembro, conforme pode ser observado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Média histórica de chuvas em São Luís do período de 1961 a 1990.



Fonte: LABMET/UEMA.

5.2.3. Temperatura

Em decorrência da intensa insolação, a temperatura média anual é relativamente alta, de 26,1°C. Porém, a influência dos ventos alísios, de circulação local, da umidade e grande quantidade de nebulosidade durante todo o ano, faz com que a maior parte da região litorânea do estado não atinja máximas diárias muito elevadas. A temperatura anual da região já oscilou entre os valores extremos de 13,1°C e 37,2°C. Novembro é o mês mais quente e julho, considerado o mês mais frio (LABMET/UEMA).

A duração do dia é praticamente constante ao longo do ano todo, sendo de 12 horas, e as estações não apresentam fortes variações. Isso ocorre, pois a Ilha de São Luís localiza-se em latitudes baixas.

5.2.4. Recursos Hídricos

Segundo Villela e Mattos (1975), uma bacia hidrográfica é definida como área ou conjunto de terras, drenada por um rio principal e seus afluentes e limitada pelos divisores topográficos. Na bacia hidrográfica existe uma única saída de água, denominada de exutório ou foz, desaguando em outro rio ou diretamente no mar.

As bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas uma vez que, mudanças

significativas em qualquer dessas unidades podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (CUNHA, 1998).

O Estado do Maranhão está inserido na bacia hidrográfica do Meio-Norte, composta pelas bacias dos rios:

- Grajaú, Pindaré e Mearim, que desembocam na baía de São Marcos;
- Itapecuru e Munim, que desembocam na baía de São José;
- Tocantins, que faz divisa com o estado de Tocantins;
- Gurupi, que faz divisa com o estado do Pará;
- Parnaíba, que faz divisa com o estado do Piauí.

A Ilha de São Luís está assentada no Golfo do Maranhão e apresenta um potencial hidrográfico muito grande. Sua localização é um divisor natural de água estuarina, que resulta da convergência das águas do Oceano Atlântico Sul com as águas continentais dos rios Itapecuru e Munim, que forma a baía de São José a leste, e Mearim e Pindaré, que formam a baía de São Marcos a oeste, juntamente com as bacias do Anil, Bacanga, Tibiri, Paciência, Cachorros, Estiva, Guarapiranga, Inhaúma, Itaqui, Geniparana, Santo Antônio e as micro bacias da região litorânea (SMEPE, 2011).

Na Ilha, são identificados mananciais de superfície e aquíferos subterrâneos. As águas de superfície se distribuem basicamente a partir de um grande divisor de águas, a Chapada do Tirirical, que inclui as nascentes dos rios Paciência, Santo Antônio (Cururuca) e Tibiri por sua borda leste, e por sua borda oeste, as nascentes dos rios Cachorros, Bacanga, Bicas e Anil (anexo I). Além destes, também há a presença de pequenos cursos d'água, que cortam os tabuleiros (ao norte), como os rios da Prata ou Jaguarema, Claro ou Seco, Pimenta e Calhau. Já os corpos de água artificial são os reservatórios do Batata, do Prata e da Mãe Isabel, incluídos na área da bacia do Bacanga (SMEPE, 2011).

A maioria são rios de pequeno porte que deságuam em várias direções, abrangendo áreas de dunas e praias, sendo que os rios: Anil possui 13.800 m de extensão, e o Bacanga 9.300m, e drenam para a Baía de São Marcos, tendo em seus estuários áreas cobertas de mangues, cuja hidrodinâmica é influenciada pelas marés que chegam a atingir em média 7 metros (GERCO, 1998). Localizam-se nas áreas de maior concentração urbana da cidade. Essas bacias são as que mais recebem pressão em relação ao quantitativo populacional, o que intensifica o potencial para degradação dessa área. Há também as bacias intermunicipais, ou

seja, que percorrem mais de um município, como as bacias do rio Paciência, que drenam as áreas dos quatro municípios, e as do rio Santo Antônio com áreas em quase todos eles, com exceção do município de Raposa. As demais bacias se encontram nas zonas urbanas e industriais da Ilha de São Luís (SMEPE, 2011).

O rio Itapecuru, situado fora da Ilha no município de Rosário, é o maior da região para aproveitamento como manancial de abastecimento, mas de acordo com Maranhão (1991), a qualidade das águas desse rio já está prejudicada em muitos trechos em função de projetos agropecuários implantados em seus vales que utilizam insumos tóxicos oriundo de práticas agrícolas, além da poluição por efluentes domésticos do crescente contingente populacional de sua bacia.

Além das bacias hidrográficas, vale lembrar que uma ilha faz parte de zona costeira, estando sujeita a processos oceanógrafos de expressiva magnitude. Sob influência direta das águas da baía de São Marcos, a porção norte de São Luís está sujeita às marés com grande amplitude. É possível destacar duas áreas distintas: uma que é aberta e voltada para o mar, representada pela linha de costa, que é um extenso cordão de praias com dunas, que vai desde a região da Ponta d'Areia até a praia do Araçagy (bacia Oceânica); a outra que se caracteriza por estar confinada, representada pelas planícies flúvio-marinhas das bacias dos rios Bacanga e Anil (SMEPE, 2011).

Na área aberta, da bacia Oceânica, a ação das marés ocorre com grandes amplitudes e influencia a ocupação e as atividades na praia, bem como o comportamento dominante dos ventos, que favorece a formação de dunas de areia ao longo dessa área. Na zona que corresponde às planícies flúvio-marinhas dos estuários do Bacanga e Anil, a ação das marés semidiurnas manifestam-se pela presença de dois fenômenos físicos combinados que se processam simultaneamente, são elas a maré salina e a maré dinâmica (SMEPE, 2011).

A maré salina corresponde ao deslocamento horizontal (em fluxo e refluxo, ou preamar e baixamar) de água salgada que se propaga através da desembocadura dos rios e igarapés, inundando periodicamente a zona de suas calhas. Já a maré dinâmica é a uma componente que se desloca no sentido vertical, ou seja, é a elevação e redução do nível das águas por ocasião da preamar e baixamar em alternâncias sucessivas (SMEPE, 2011).

Na ilha de São Luís, encontra-se ainda a lagoa de Jansen que ocupa uma área de 130 a 150 ha. É constituída de um corpo aquático de origem antrópica com uma pequena

comunicação com o mar quando das marés de sizígia. As suas margens estão ocupadas por manguezais e seu entorno é densamente povoado, em especial por condomínios de classe média e alta (IBAMA/SEMATUR, 1991).

5.2.5. Caracterização Socioeconômica

A economia do Estado do Maranhão baseia-se no setor de serviços, na indústria e na agropecuária. Segundo o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos – IMESC (2014), a contribuição dos três setores no Produto Interno Bruto – PIB do estado é de 68,4%, 16,6% e 15%, respectivamente. Nos serviços destacam-se o turismo e o comércio; na indústria o setor alimentício, madeireiro e da transformação de alumínio e alumina; na agricultura, mandioca, soja, milho, arroz, algodão e cana-de-açúcar. Uma das maiores vantagens para esses setores no Maranhão é a facilidade de exportação por meio do complexo portuário de São Luís formado por: Itaqui; Ponta da Espera; Alumar e o, recentemente inaugurado, TEGRAM (Terminal de Grãos do Maranhão). O complexo portuário ludovicense ocupa a quinta posição no ranking de movimentações de carga do país.

Segundo Pereira e Coronel (2013), em São Luís encontra-se o principal distrito industrial do estado, localizado a sudoeste da Ilha. A indústria na capital ganhou incentivos a partir de 1960 com a construção do Porto do Itaqui e da Hidrelétrica de Boa Esperança e, a partir de 1980, alavancou com a construção da Estrada Ferro Carajás, do Terminal da Companhia Vale do Rio Doce e do complexo do consórcio ALUMAR. No período de 1981 a 2011, o PIB do Maranhão apresentou média anual de crescimento igual a 2,7%. Segundo o Censo de 2010 do IBGE, o PIB per capita do Maranhão avançou, saindo de R\$ 7.852,71 em 2011 para R\$ 8.760,34 em 2012.

Contudo, de acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013), o Índice de Desenvolvimento Humano do Maranhão – IDH do Estado caiu de 0,647 em 2000 para 0,639 em 2010 e, novamente, segundo o último Censo do IBGE, o Maranhão ocupa a quarta posição no ranking dos estados brasileiros com maior taxa de analfabetos: 19,31%. Por outro lado, ainda de acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013), o IDH de São Luís cresceu passando de 0,658 em 2000 para 0,768 em 2010.

5.3. Procedimento metodológico

Fonseca (2002) menciona que a pesquisa possibilita uma aproximação e um entendimento da realidade que se quer investigar, como um processo permanentemente inacabado. Processa-se por meio de aproximações sucessivas da realidade, fornecendo subsídios para uma intervenção no real. Ainda segundo este autor, a pesquisa científica é o resultado de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos. Investiga-se uma pessoa ou grupo capacitado, *o sujeito da investigação*, abordando um aspecto da realidade, *o objeto da investigação*, no sentido de comprovar experimentalmente hipóteses, *a investigação experimental*, ou para descrevê-la, *a investigação descritiva*, ou para explorá-la, *investigação exploratória*. Para se desenvolver uma pesquisa, é indispensável selecionar o método de pesquisa a utilizar. De acordo com as características da pesquisa, poderão ser escolhidas diferentes modalidades de pesquisa, sendo possível aliar o qualitativo ao quantitativo.

Toda e qualquer pesquisa existe com o apoio de procedimentos e ferramentas metodológicas adequadas que permitam a aproximação ao objeto de estudo. Segundo Chizzotti (1995) “a pesquisa investiga o mundo em que o homem vive e o ainda próprio homem”.

Para a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso, adotou-se uma pesquisa exploratória de caráter qualitativo que avaliou preliminarmente o *status quo* dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário com ênfase na qualidade ambiental dos mananciais de abastecimentos e corpos receptores de esgoto sanitário na capital ludovicense.

A pesquisa qualitativa, por sua vez, permite uma visibilidade muito clara do objeto, objetivo e metodologia, de onde partimos e onde queremos chegar. Neste tipo de pesquisa, o cientista é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de suas pesquisas.

A pesquisa realizada é considerada aplicada, uma vez que buscou gerar informações para uma aplicação prática posterior, dirigida a problemas específicos: neste caso, verificar os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário (item. 6).

Para Gil (2007), com base nos objetivos, é possível classificar as pesquisas em três grupos: pesquisa exploratória, descritiva e explicativa. Adotou-se no presente trabalho, a pesquisa descritiva que possibilitou elencar uma série de informações sobre o que se desejava pesquisar em especial com o auxílio da pesquisa bibliográfica e análise documental. De

acordo com Triviños (1987), esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade.

Foram selecionadas, no período de maio a junho de 2015, bibliografias e informações referentes à temática da pesquisa em bases de dados, tais como o Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br>) e *Scientific Electronic Library Online* (<http://www.scielo.org/php/index.php>). Ressalta-se que foi realizada uma triagem no material obtido, visto a limitação de tempo para a realização deste trabalho (4 meses).

Segundo Gil (2002, p.44), “[...] a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. A principal vantagem da pesquisa bibliográfica está no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato com o que já se produziu e se registrou a respeito do tema de pesquisa. Tais vantagens revelam o compromisso da qualidade da pesquisa. Assim, além de permitir o levantamento das pesquisas referentes ao tema estudado, a pesquisa bibliográfica permite ainda o aprofundamento teórico que norteia a pesquisa.

Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2002).

Por outro lado, para a concretização deste trabalho, além da pesquisa bibliográfica, foi de fundamental importância a pesquisa documental, em especial nas Leis Federais como a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 DE 12/12/2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade; a 3ª edição do Manual de Saneamento, elaborado pela Fundação Nacional de Saúde; Estudos Socioeconômicos e Situação Ambiental da Ilha do Maranhão ambos do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos – IMESC e o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico PMISB de São Luís, MA elaborado pela Secretaria Municipal Extraordinária de Projetos Especiais - SMEPE da Prefeitura Municipal de São Luís; e ainda o documento Aspectos históricos e diagnóstico

técnico operacional do sistema de esgotos sanitários de São Luís elaborado pelo Engenheiro Civil da CAEMA Sérgio Pereira dos Anjos Neto.

Assim, a pesquisa documental apresenta algumas vantagens por ser “fonte rica e estável de dados” não implica altos custos, não exige contato com os sujeitos da pesquisa e possibilita uma leitura aprofundada das fontes (GIL, 2002). Ela é semelhante à pesquisa bibliográfica, segundo o autor, e o que a diferencia é a natureza das fontes, sendo material que ainda não recebeu tratamento analítico, ou que ainda pode ser reelaborado.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Prestação de Serviços no município de São Luís

A Lei nº 8.987, de fevereiro de 1995, é quem dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos, art. 175 da Constituição Federal. Além disso, o artigo 8º da Lei nº 11.445/2007 dispõe sobre normas gerais de contratação dos consórcios públicos e dá outras providências. Ela estabelece que:

Os titulares dos serviços públicos de saneamento básico poderão delegar a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação dos serviços de saneamento, nos termos do art. 241 da Constituição Federal e da Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005.

Em São Luís, a maior parte dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são prestados pela Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA. Dessa forma, conforme estabelecido na cláusula 1ª do Termo de Ratificação Contratual, de 1996:

A CAEMA tem concessão para planejar, de comum acordo com o CONCEDENTE, e executar, operar e explorar, em caráter de exclusividade, os serviços públicos de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário, bem como realizar as obras de saneamento a eles necessários.

Além da CAEMA, a Prefeitura Municipal de São Luís também é responsável por parte dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, além dos serviços de drenagem. A Prefeitura atua através da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos

(SEMOSP), e ambas são subordinadas à Superintendência de Saneamento Básico (SUSAN), como pode ser observado no organograma da figura 9.

No município de São Luís, em acordo com a Lei Federal 11.445/2007, a prestação de parte dos serviços de saneamento ocorre de forma delegada.

Figura 9 – Organograma de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.



Fonte: Adaptado do Plano de Municipal Integrado de Saneamento Básico (PMISB) de São Luís – MA, SMEPE, 2011.

6.1.1. Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA

A Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão – CAEMA foi criada em 1966, por meio da Lei Estadual nº 2.653, para expandir os serviços de saneamento básico do interior do estado. Já em São Luís, inicialmente foi criada em 1969 a Companhia de Saneamento de São Luís – SANEL para atender a demanda dos serviços de saneamento na capital, através da Lei nº 2.978 de julho de 1969.

No entanto, com o advento do Plano Nacional de Saneamento – PLANASA e através da Lei nº 3.130 de 30 de março de 1971, o governo do Maranhão centralizou todas as ações relativas à política de saneamento do estado na CAEMA, incorporando a SANEL na CAEMA. Assim, em 2010, a CAEMA passou a se chamar Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão.

Para atender a demanda do estado, a CAEMA conta com seus funcionários e também com a prestação de serviços de empresas terceirizadas, segundo dados de 2011, eram elas: a Norbrasil Ltda., a Ponto Forte Construções & Empreendimentos Ltda, a CBM Construções e Comércio, a ENCOCIL, entre outras. Ainda, segundo informações disponibilizadas ao público, os principais serviços prestados por essas empresas são àqueles relacionados à manutenção de redes e ramais de água, serviços operacionais, e também atendimento ao público, impressão de faturas e cobrança administrativa e judicial.

6.1.2. Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos – SEMOSP

Como mencionado, a Prefeitura Municipal de São Luís é responsável por uma pequena parcela dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. No entanto, cabe a ela todos os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e de drenagem e manejo de águas pluviais. A Prefeitura administra esses serviços através da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos.

6.2. Rede de Abastecimento de Água em São Luís

São Luís conta com o abastecimento de água realizado pela CAEMA, pela Prefeitura Municipal e por poços isolados. De acordo com informações disponibilizadas pela CAEMA, ela é responsável pelo abastecimento de água em São Luís, São José de Ribamar e conjunto habitacional do Maiobão e adjacências. Já nas sedes municipais da Raposa e Paço do Lumiar, os sistemas de abastecimento de água estão sob a responsabilidade do poder público municipal local.

O município de São Luís conta com quatro principais sistemas de produção de água: **Sistema Italuís**, que capta água do rio Itapecuru, **Sistema Sacavém**, que é abastecido pela Barragem do Batatã, Rio do Prata e Mãe Isabel, **Sistema Paciência**, abastecido por duas baterias de poços e **Sistema Cidade Operária**, também abastecido por poços.

A maior parte do abastecimento de água do município de São Luís é realizada pelo **Sistema Italuís**, que tem como fonte o rio Itapecuru, como já mencionado, e cuja bacia hidrográfica está localizada no continente. Os outros sistemas produtores têm como fontes mananciais localizados na própria Ilha de São Luís.

Além dos sistemas mencionados anteriormente, destaca-se o **Sistema do Maiobão**, responsável por parte do abastecimento público na região de conurbação entre os municípios vizinhos, e também o **Sistema São Raimundo**, composto por bateria de poços e responsável pelo abastecimento do bairro São Raimundo.

Os poços isolados são responsáveis pelo atendimento dos povoados e localidades da área rural e das indústrias instaladas no distrito industrial de São Luís. No entanto, não se tem um controle total da quantidade de poços construídos, nem mesmo da qualidade da água proveniente destes poços.

A tabela 1 apresenta os principais sistemas de abastecimento de água de São Luís e áreas de conurbação com os municípios de São José de Ribamar e Paço do Lumiar. Os sistemas de produção, suas adutoras e reservatórios existentes no município de São Luís e suas adjacências podem ser observados no anexo II.

Tabela 1 – Produção de água nos principais sistemas produtores do município de São Luís, MA, Brasil.

| Sistemas | Tipo de Manancial |
|------------------------|-------------------|
| Italuís | Superficial |
| Sacavém | Superficial |
| | Subterrâneo |
| Paciência | Subterrâneo |
| Cidade Operária | Subterrâneo |
| Maiobão | Subterrâneo |
| Poços isolados | Subterrâneo |
| Prefeitura | Subterrâneo |

Fonte: Adaptado de Relatório Mensal da Produção – dez/2010 – CAEMA.

De acordo com os dados da CAEMA em 2011, o sistema Italuís era responsável pelo fornecimento de 43% do montante de água distribuído no município. Ainda, os poços isolados contribuíam com 28% do montante da água distribuída. O que já despertava preocupação, pela falta de monitoramento adequado. Os sistemas Sacavém, Cidade Operária, Paciência e Maiobão representavam juntos cerca de 29% da água distribuída a população do município (Anjos, 2006).

Em relação à infraestrutura do sistema de distribuição de água da região urbana de São Luís, a CAEMA divide a área em 5 unidades de negócios, sendo sete zonas de abastecimento. As sete zonas de distribuição foram subdivididas em: I, II, III, IV, VA, VB, VC, VIA, VIB e VIIA e VIIB. Além destas, cabe citar as áreas SI99 e o bairro São Raimundo, abastecidos exclusivamente por poços.

As zonas I e II abastecidas pelo sistema Sacavém, com complementação do Italuís. A zona III é abastecida pelo sistema Paciência; a zona VIIA, pelo sistema Cidade Operária; e a zona de abastecimento VIIB, que apesar de ser fora do município é de responsabilidade da CAEMA, abastecida pelos poços do sistema Maiobão. O restante das zonas é abastecido pelo sistema Italuís e por poços isolados.

As zonas de abastecimento são providas de um total de 25 reservatórios de água, que correspondem a um volume de 85.540 m³. Os reservatórios são interligados às redes de distribuição das sete zonas de abastecimento e também em sítios específicos do município.

A seguir, a tabela 2 apresenta algumas características das zonas citadas, assim como a localização dos reservatórios.

Tabela 2 – Características dos reservatórios operados pela CAEMA no município de São Luís, MA, Brasil.

| Zona de Abastecimento | Nome do Reservatório | Localização do Reservatório | Tipo | Volume (m ³) |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|---------|--------------------------|
| I | R-1 | Rua Osvaldo Cruz | Elevado | 7.500 |
| | R-2 | Rua São Pantaleão | Elevado | 1.000 |
| II | R-4 | Outeiro da Cruz | Apoiado | 6.200 |
| | R-5 | Outeiro da Cruz | Elevado | 4.500 |
| III | R-6C | Av. 14 - COHAB Anil | Apoiado | 7.000 |
| | R-6 | Av. 14 - COHAB Anil | Elevado | 1.000 |
| IV | R-7 | Av. dos Franceses | Elevado | 4.500 |
| | R-CO | Cohajap | Elevado | 150 |
| | R-JSC | Jardim São Cristóvão | Elevado | 300 |
| V | R-8 | Av. Daniel de La Touche | Apoiado | 26.000 |
| V A | R-9 | Av. dos Holandeses | Elevado | 2.500 |
| V B | R-10 | Rua 24 - COHAMA | Elevado | 2.500 |
| V C | R-11 | Av. Ivair Saldanha | Elevado | 2.500 |
| | R-PV | Parque Vitória | Elevado | 300 |
| | R-SL | Solar dos Lusíadas | Elevado | 140 |
| VI A | R-12 | Anjo da Guarda | Apoiado | 6.700 |
| | R-13 | Anjo da Guarda | Elevado | 750 |
| VI B | R-16 | Alto D. Luís | Elevado | 500 |
| | R-17 | Av. dos Portugueses | Apoiado | 4.750 |
| VII A | R-14 | São Cristóvão/COP | Apoiado | 4.650 |
| | R-15 | Cidade Operária | Elevado | 500 |
| VII B | R-Pr | Paraná | Elevado | 400 |
| | R-TB | Tambaú | Elevado | 250 |
| Sistema São Raimundo | R-SR | São Raimundo | Elevado | 250 |
| | | | Apoiado | 700 |

Fonte: Adaptado da CAEMA – Diretoria de operação e manutenção – Superintendência metropolitana, 2006.

A seguir são apresentadas informações, acerca dos sistemas de abastecimento de água, extraídas do documento “Plano diretor de águas da Ilha de São Luís” elaborado em 2002 pela empresa Tecminas e complementadas por dados da CAEMA e Prefeitura Municipal de São Luís, ambos do ano de 2011.

6.2.1. Sistema Italuís

Como já mencionado, no item 6.2., o sistema Italuís tem como fonte o rio Itapecuru, sua captação é direta e está localizada nas proximidades da localidade de Timbotiba, no município maranhense de Bacabeira. O sistema é constituído por adutora de água bruta, estação de tratamento, elevatória de água tratada e adutora de água tratada até a câmara de transição do bairro do Tirirical, de onde partem várias sub-adutoras por gravidade que fornecem água aos reservatórios das zonas de abastecimento, ilustrado na figura 10.

Os bairros abastecidos pelo sistema Italuís são: Alemanha, parte do João Paulo, Filipinho, Vinhais, Recanto dos Vinhais, Renascença, São Francisco, Ponta do Farol, Maranhão Novo, Ipase, Cohafuma Vila Palmeira, Coroadinho, Ivar Saldanha, Vicente Fialho, Parte do Anil, Vila Itamar, Parte do Calhau, Coheb Sacavém, área do Itaqui-Bacanga, Angelim, Bequimão e Cohama.

Figura 10 – Percurso da adutora de água do Sistema Italuís.



Fonte: Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico (PMISB) de São Luís – MA, SMEPE, 2011.

6.2.2. Sistema Sacavém

Faz captação de água de mananciais superficiais e subterrâneos. As águas dos mananciais superficiais são encaminhadas à ETA para tratamento convencional. Por sua vez, as águas subterrâneas, por serem consideradas mais limpas, são colocadas em um reservatório juntamente com as águas superficiais tratadas para, em seguida, serem cloradas e fluoretadas,

e depois recalçadas para os reservatórios de distribuição das zonas de abastecimento I e II, mencionados na tabela 2.

Os mananciais superficiais produtores, neste sistema, são: a represa do Batatã, o Rio Maracanã, o Rio da Prata e o Rio Mãe Isabel. As águas subterrâneas provêm de poços tubulares existentes na área da ETA Sacavém. O sistema está localizado dentro do Parque Estadual do Bacanga e é composto por estações elevatórias de água bruta, adutoras de água bruta dos mananciais superficiais e subterrâneos, estação de tratamento, estações elevatórias de água tratada, adutoras de água tratada, reservatórios e rede de distribuição. Segundo dados fornecidos pela CAEMA em 2011, o sistema abastece os bairros Centro, parte do João Paulo, Parte do Monte Castelo, Liberdade, Bairro de Fátima e adjacentes.

6.2.3. Sistema Paciência

Tem como fonte de água subterrânea os poços tubulares, divididos em duas baterias de poços: o Paciência I e o Paciência II. As águas destes dois poços são encaminhadas para um tanque de estação elevatória deste sistema. Neste tanque as águas recebem tratamento adequado de desinfecção e correção do pH, e em seguida seguem para o reservatório R-6C, que abastece a zona III, reportados na tabela 2.

Segundo a CAEMA, o Sistema Paciência abastece os bairros do Cohatrac I, II, III, IV e V, Cohab I, II, III e IV, Residencial Araçagy I e II, Parque dos Sabiás, Jardim Primavera, Itaguará, Cruzeiro do Anil, Planalto e adjacências.

6.2.4. Sistemas Cidade Operária, Maiobão e São Raimundo

O sistema Cidade Operária tem como fonte manancial o subterrâneo e capta água através de poços tubulares. Alguns poços têm suas águas encaminhadas para o reservatório R-14, outros poços para o reservatório R-15 e alguns poços para a zona VII-B, citada na tabela 2.

O sistema Maiobão, que se encontra nos municípios de Paço do Lumiar e São José do Ribamar, de responsabilidade da CAEMA, abastece a rede de distribuição da zona de VII-A e também utiliza um manancial subterrâneo.

Ainda, o sistema São Raimundo é responsável pelo abastecimento do bairro São Raimundo e utiliza manancial subterrâneo através de poços tubulares. As águas são lançadas em poço de sucção e são recalçadas para o reservatório de distribuição do bairro.

6.2.5. Poços Isolados

Além dos poços que integram os sistemas de abastecimento Sacavém, São Raimundo, Maiobão e Paciência, existe grande quantidade de poços isolados que também são operados pela CAEMA. Inclusive, conforme mencionado anteriormente, estes representam cerca 28% da água disponibilizada pela CAEMA. Assim, os poços isolados correspondem a 267 unidades que, somados aos poços cadastrados pela Prefeitura Municipal (117 poços), totalizam 384 unidades, excluindo, é claro, os poços perfurados e operados por particulares e/ou não legalizados.

6.2.6. Sistemas operados pela Prefeitura Municipal de São Luís

Além da CAEMA, principal prestadora dos serviços de abastecimento de água, a Prefeitura do Município de São Luís também é responsável por parte do abastecimento da cidade, como mencionado no item. 6.2.. No entanto, a Prefeitura realiza apenas a captação de água subterrânea.

Segundo informações da SUSAN (2011) o sistema de abastecimento administrado pela Prefeitura de São Luís no bairro Cidade Olímpica é composto por 5 poços tubulares, que abastecem cerca de 8.900 domicílios, correspondendo em torno de 35.000 habitantes, em 2011. Na época, este tinha sua operação terceirizada pela empresa Consterra Empreendimentos e Construções LTDA.

O sistema que abastece o Pólo Coroadinho também utiliza manancial subterrâneo, mas este apresenta 6 poços tubulares. Segundo informações da Prefeitura, cerca de 6.720 habitantes são abastecidos por eles.

Os poços isolados da Prefeitura Municipal correspondem um total de 117 cadastrados, e que, além da Prefeitura, também são de responsabilidade da empresa Lok Equipamentos e Serviços LTDA. No entanto, alguns desses poços não possuem

hidrometração e nem tarifação da água distribuída. E ainda, não possuem tratamento adequado, nem mesmo desinfecção.

6.3. Sistemas de Esgotamento Sanitário em São Luís

Com o aumento populacional na capital maranhense, ao longo dos anos, observou-se o agravamento da situação sanitária existente. Devido às limitações do sistema de saneamento, a CAEMA em parceria com a empresa ESSE Engenharia e Consultoria, desenvolveu no período de 1995 a 1998 estudos e projetos que foram denominados “Programa de Saneamento Ambiental da Ilha de São Luís”, no intuito de melhorar as condições sanitárias da época e futuras (ANJOS NETO, 2006).

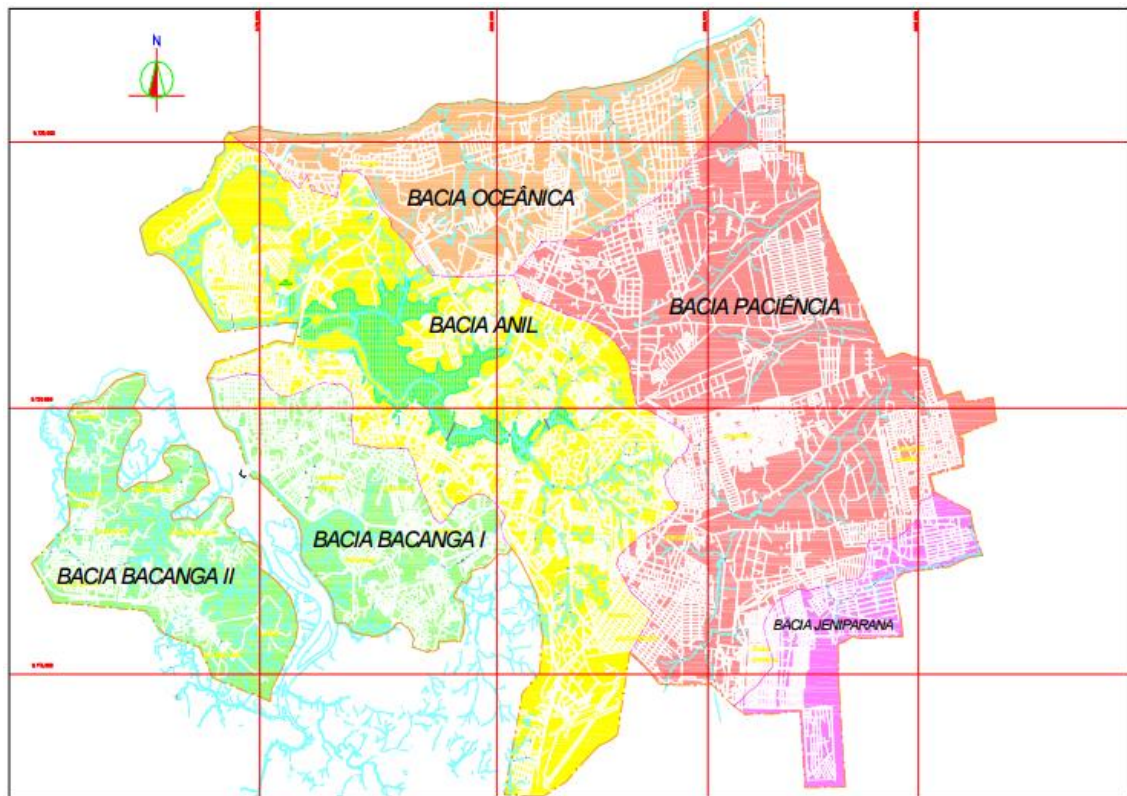
O programa teve como abrangência maior a Ilha de São Luís e, segundo a CAEMA, o projeto teve como objetivos: a ampliação da rede coletora, interceptores e emissários; o tratamento dos esgotos; a desinfecção dos efluentes; Arranjos espaciais dos componentes do sistema que propiciem a máxima modulação possível das unidades; soluções econômicas, sanitária e ambiental; estrutura gerencial e capacitação técnica para manutenção e operação do sistema existente e do que irá ser implantado; captação de recursos para dar suporte ao Programa de Saneamento Ambiental da Ilha de São Luís.

Assim, o projeto foi dividido em cinco etapas, onde deveriam ter ocorrido as obras e escalonamento dos investimentos. No entanto, das etapas com metas para 2005, 2010 e 2015, nem todas foram cumpridas. Ainda assim, a última etapa tem meta para o ano de 2020.

Atualmente, o sistema de esgotamento sanitário de São Luís é do tipo separador absoluto, abrangendo a área urbana da cidade e se estendendo sobre o corredor Bacanga-Anjo da Guarda e áreas periféricas dos municípios de São José de Ribamar e Paço do Lumiar, totalizando 16.639,27 ha. e ocupando 11,38% da área total da ilha de São Luís (ANJOS NETO, 2006).

O sistema está dividido em 5 bacias de esgotamento sanitário, algumas localizadas em bacias hidrográficas. São bacias de esgotamento sanitário as Bacias: Anil, Bacanga, Paciência, Oceânica e Jeniparana (figura 11).

Figura 11 – Bacias de Esgotamento Sanitário.



Fonte: ANJOS NETO, 2006.

6.3.1. Bacia de esgotamento Anil

Segundo a CAEMA, a bacia do rio Anil conta com 265,89 km de rede coletora e 23.424 ramais prediais implantados, que correspondem a um índice de 11,35 metros de rede por ramal predial.

A rede hidrográfica desta bacia é formada pelos rios: Anil, Ingaúra, Jaguarema, pelos igarapés do Vinhais, Jaracati, da Jansen, da Camboa, córregos da Alemanha, do Barreto dentre outros de menor expressão. O rio Anil tem sua nascente na chapada do Tirirical e deságua na baía de São Marcos entre o Cais da Sagração na Avenida Beira Mar e a ponta do São Francisco (MACEDO, 2003).

Destaca-se a grande presença de palafitas, nesta paisagem e o despejo de esgoto doméstico *in natura* em suas águas. Assim, ao longo dos anos, esses processos levaram à diminuição do pescado, desaparecimento de córregos e brejos, encurtamento do rio Anil. Além disso, o Rio Anil é o principal corpo receptor de esgotos desta bacia, recebendo também parte dos efluentes sanitários oriundos das bacias Paciência e Oceânica (IMESC, 2011).

Pesquisa realizada por Silva e colaboradores (2014), avaliaram dois índices: o de Estado Trófico (IETp) e o de Proteção à Vida Aquática (IQApva) para a qualidade das águas superficiais nos rios Anil e Bacanga. O IET é útil para classificar os corpos aquáticos com relação ao seu grau de trofia, isto é, o seu grau de enriquecimento com nutrientes e os respectivos efeitos, como a produção excessiva de algas e de macrófitas. E o IQApva contempla relevantes características como proteção à vida aquática, o estado atual de degradação, em especial indicadores como o OD e nitrogênio amoniacal. Os resultados obtidos pelos pesquisadores permitem concluir que águas do rio Anil, apresentam qualidade insatisfatória, tanto com relação ao grau de trofia quanto à proteção da vida aquática. E por sua vez, os afluentes do Rio Bacanga apresentam elevado grau de trofia, sendo que um deles também se mostrou inapropriado para proteção da vida aquática.

Abaixo, a tabela 3 apresenta algumas características das estações elevatórias e da estação de tratamento de esgoto, como o tipo de esgoto o local de despejo dos efluentes.

Tabela 3 – EEE's e ETE da Bacia do Anil.

| EEE - ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS | VAZÃO (l/s) | TIPO DO ESGOTO | DESCARGA DO EFLUENTE |
|----------------------------|-------------|----------------|----------------------|
| São Domingos I | 8,33 | Tratado | Bacia Anil |
| Araras | 8,33 | Bruto | Pinheiros |
| Pinheiros | 5,56 | Tratado | Bacia Anil |
| Ponta da Areia | 6,25 | Bruto | Ana Jansen 1.1 |
| Ana Jansen 1.1 | 11,37 | Bruto | Ana Jansen 1.2 |
| Ana Jansen 1.2 | 22,89 | Bruto | Ana Jansen 1.3 |
| Ana Jansen 1.3 | 49,33 | Bruto | São Francisco 1.2 |
| Ana Jansen 2.1 | 5,56 | Bruto | Ana Jansen 1.3 |
| São Francisco 1.2 | 86,10 | Bruto | ETE - Jaracati |
| Jaracati | 86,10 | Bruto | ETE - Jaracati |
| ETE - Jaracati | 178,23 | Tratado | Rio Anil |

Fonte: Adaptado de ANJOS NETO, 2006.

De acordo com os dados fornecidos pela CAEMA, no ano de 2006 todas as Estações Elevatórias estavam em funcionamento, com exceção da São Domingos I e Pinheiros, que inclusive eram as únicas que tratavam os efluentes. Além das Estações Elevatórias, a bacia conta com apenas uma Estação de Tratamento, que estava em operação e tratava os efluentes, fazendo descarga no Rio Anil (ANJOS NETO, 2006).

6.3.2. Bacia de esgotamento Bacanga

Segundo a CAEMA, conta com 106,00 km de redes coletoras, 21.689 ramais prediais implantados, correspondendo a um índice de 4,90 metros de rede por ramal predial.

A rede hidrográfica existente é constituída pelos rios: Bacanga, Bicas, Piancó, Itapicuraíba, e igarapés do Tamancão, Anjo da Guarda, Tapete, Coelho, Igarapé da Areinha e Igarapé do Mercado. O rio Bacanga, principal manancial da bacia, com extensão de 9.500 metros, obedece a uma direção geral de sul para norte tendo o rio das Bicas como seu principal tributário (JURAS et al, 1983).

O rio Bacanga, cuja foz está localizada na baía de São Marcos, e o rio das Bicas, que tem 33% de sua área localizada dentro do Parque Estadual do Bacanga, são os principais corpos receptores de esgotos da bacia (IMESC, 2011).

Freitas et al (2010) ressaltam que a sub-bacia do rio das Bicas "*é considerada uma unidade de planejamento que reúne todos os problemas socioambientais das grandes metrópoles, sendo necessárias políticas públicas direcionadas para amenizar estes problemas a médio e longo prazos*". Os autores em sua pesquisa sobre as áreas verdes nesta área concluem que os principais impactos ambientais são: desmatamento, mau cheiro, queimadas, disposição inadequada de resíduos sólidos, esgoto lançado *in natura* no rio e consequentemente poluição das águas.

A tabela 4 apresenta características das EEE's e ETE da Bacia do Bacanga, como a vazão de esgotos lançados na bacia, grande parte sem nenhum tipo de tratamento, e com vários pontos de lançamentos.

Tabela 4 – EEE's e ETE da Bacia do Bacanga.

| EEE - ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS | VAZÃO (l/s) | TIPO DO ESGOTO | DESCARGA DO EFLUENTE |
|----------------------------|-------------|----------------|----------------------|
| Parque Timbiras | 8,00 | Bruto | Rio das Bicas |
| Areinha | 19,44 | Bruto | Rio das Bicas |
| Beco da Prensa | 43,50 | Bruto | Estrela |
| Estrela | 43,61 | Bruto | Portinho |
| Portinho | 68,00 | Bruto | ETE - Bacanga |
| ETE - Bacanga | 242,66 | Tratado | Rio Bacanga |

Fonte: Adaptado de ANJOS NETO, 2006.

Segundo a CAEMA, no ano de 2006, as cinco estações elevatórias e a única estação de tratamento de esgoto estavam em operação. No entanto, apenas a ETE fazia tratamento dos efluentes antes do descarte (ANJOS NETO, 2006).

O Laboratório de Hidrobiologia (LABOHIDRO) da UFMA realiza há mais de uma década estudos sobre a qualidade das águas dos rios Bacanga e Anil e diagnostica, desde então, índices excepcionais de coliformes e bactérias patogênicas em suas águas, bem como em alguns poços e nascentes da bacia do rio Bacanga que são utilizados para o abastecimento da população (ZONEAMENTO COSTEIRO DO ESTADO DO MARANHÃO, 2003).

Pesquisa recente, financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Maranhão (FAPEMA) e encabeçada pela pesquisadora Dra. Débora Martins Silva Santos, da UEMA, visa alertar a população do entorno da bacia do rio Bacanga sobre o risco tanto para a saúde dos peixes, quanto para as pessoas que consomem os recursos pesqueiros. A pesquisadora salienta que a área sofre com os problemas ambientais oriundos da intensa urbanização, como o assoreamento, a inundação, a urbanização do mangue (aterramento), o lançamento de lixo nas margens, os desmatamentos, as queimadas, a contaminação das águas por esgoto lançado *in natura* e eutrofização das águas da Barragem do Bacanga (SILVA, 2015). Dados desta pesquisa apontam baixos níveis de oxigênio associados à decomposição de matéria orgânica oriunda da biomassa das algas, dos detritos de macrófitas aquáticas e da carga orgânica dos esgotos domésticos. Por outro lado, como observa a pesquisadora e conforme mencionado no item 4.4. teores baixos de oxigênio são indicativos de intensa atividade bacteriana decompondo a matéria orgânica lançada no corpo d'água e comprometendo a saúde dos peixes desta bacia.

6.3.3. Bacia de esgotamento Paciência

Segundo dados fornecidos pela CAEMA, a bacia do rio Paciência conta com 241,53 km de rede coletora, 26.027 ramais prediais implantados, correspondendo a um índice de 9,28 metros de rede por ramal predial. Nesta bacia existem duas estações de tratamento, a ETE – Maiobão/Mocajituba e a ETE - Lima Verde.

A malha hidrográfica desta bacia é constituída pelos rios: Paciência, Saramanta, Prata, Santo Antônio, Itapiracó, Santa Rosa, Miritiua e pelos igarapés Cumbique, Iguaiá, Cristovão, Cajueiro, Maiobão e Genipapeiro, dentre outros. O rio Paciência, principal corpo

hídrico da bacia, apresenta um curso de 23 km inserido num ambiente estuarino que se desenvolve no sentido nordeste da Ilha de São Luís, desembocando na Baía de São José (MACEDO, 2003).

A bacia hidrográfica do Paciência serve de irrigação de horticultura e floricultura e é fonte de lazer em alguns trechos. No entanto está sofrendo um severo processo de assoreamento em seu leito, além da poluição por esgotos domésticos. Ainda assim, existem construções de conjuntos habitacionais à sua volta e exploração mineral com a retirada de argila (IMESC, 2011).

A tabela 5 a seguir apresenta as características das estações elevatórias e das estações de tratamento de esgoto da Bacia do Paciência.

Tabela 5 – EEE's e ETE's da Bacia do Paciência.

| EEE - ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS | VAZÃO (l/s) | TIPO DO ESGOTO | DESCARGA DO EFLUENTE |
|----------------------------|-------------|----------------|----------------------|
| Turu III | 20,00 | Bruto | Turu II |
| Turu II | 44,45 | Bruto | Bacia Anil |
| Cohab | 52,78 | Bruto | Bacia Anil |
| Cohatrac | 69,45 | Bruto | Bacia Anil |
| Girassol | 5,56 | Bruto | Bacia Anil |
| Ipem-S. Cristóvão | 20,00 | Bruto | Bacia Anil |
| Juçara | 3,33 | Tratado | Bacia Anil |
| Arpoador | 5,56 | Bruto | Bacia Anil |
| Quintas do Sol | 16,67 | Bruto | Bacia Anil |
| Vivendas do Turu | 6,00 | Tratado | Bacia Paciência |
| Campo Verde | 4,17 | Tratado | Bacia Paciência |
| Lago Verde | 8,87 | Tratado | Bacia Paciência |
| Lusíadas | 22,00 | Bruto | Lusitanos |
| Lusitanos | 15,00 | Bruto | Bacia Paciência |
| Maiobão Geral | 69,00 | Bruto | ETE – Maiobão |
| Lima Verde | 8,50 | Tratado | ETE – Lima Verde |
| Operária I | 70,00 | Bruto | Bacia Jeniparana |
| ETE – Lima Verde | 8,00 | Tratado | Rio Paciência |
| ETE – Maiobão | 69,00 | Tratado | Rio Mocajituba |

Fonte: Adaptado de ANJOS NETO, 2006.

Em 2006, de acordo com os dados fornecidos pela CAEMA, as únicas estações elevatórias que tratavam os efluentes eram Juçara, Vivendas do Turu, Campo Verde, Lago Verde, Lima Verde além das estações de Tratamento de Esgoto. No entanto, destas, a Vivendas do Turu se encontrava desativada e a ETE Lima Verde parada (ANJOS NETO, 2006).

Pesquisa realizada por Oliveira et al, (2012) avaliaram o grau de contaminação microbiológica da água do estuário do rio Paciência através da quantificação dos coliformes totais e termotolerantes, bem como a contagem de bactérias heterotróficas, no período de fevereiro/2006 a fevereiro/2007. Observou-se que as concentrações de coliformes totais e termotolerantes estiveram associadas à heterogeneidade espacial dos pontos amostrados e à influência de áreas urbanizadas. Assim, os igarapés Iguafba, Grande e Cristóvão, submetidos mais intensamente à hidrodinâmica do ambiente estuarino, apresentaram valores dentro dos padrões microbiológicos recomendados pela legislação vigente, enquanto o Igarapé Pindoba, sob menor influência de marés, revelou as maiores concentrações de coliformes, sendo considerado impróprio para a balneabilidade e impactado ambientalmente.

6.3.4. Bacia de esgotamento Oceânica

A Bacia Oceânica conta com 89,47 km de rede coletora e 9.543 ligações prediais de esgotos implantadas, que correspondem a um índice de 9,38 metros de rede por ramal predial.

A malha hidrográfica desta bacia é constituída por cursos d'água de pequena expressão que deságuam na faixa costeira do Oceano Atlântico. Os principais corpos hídricos da bacia são os rios Pimenta, Calhau, Seco, Jaguarema e Igarapé das Bicas. A vazão dos esgotos desta bacia em torno de 110,73 l/s é transposta para a Bacia do Anil. Dessa forma, cerca de 44,45 l/s dos esgotos da Bacia Oceânica são tratados pela ETE da Bacia do Anil.

Na tabela 6 podem ser observadas algumas características das estações elevatórias de esgoto da Bacia Oceânica, como a vazão, tipo do esgoto e local de descarga do efluente.

Tabela 6 – EEE's da Bacia Oceânica.

| EEE - ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS | VAZÃO (l/s) | TIPO DO ESGOTO | DESCARGA DO EFLUENTE |
|-----------------------------|-------------|----------------|----------------------|
| Turu I | 16,67 | Bruto | Bacia Anil |
| La Ravardiere | 6,94 | Bruto | Bacia Anil |
| Planalto dos Vinhais | 19,44 | Bruto | Bacia Anil |
| Cohajap | 83,33 | Bruto | Bacia Anil |
| Iemanjá | 10,61 | Bruto | Pimenta I |
| Pimenta I | 44,00 | Bruto | Bacia Anil |
| Pimenta II | 8,33 | Bruto | Turu I |
| Calhau I | 44,45 | Bruto | ETE – Jaracati |
| Calhau II | 29,00 | Bruto | ETE – Jaracati |
| Litorânea 1.1 | 12,94 | Bruto | Calhau II |
| Litorânea 2.1 | 5,50 | Bruto | Litorânea 2.2 |
| Litorânea 2.2 | 10,60 | Bruto | Calhau II |

Fonte: Adaptado de ANJOS NETO, 2006.

Segundo os dados da CAEMA, a Bacia Oceânica não possui nenhuma Estação de Tratamento de Esgoto, mas como já mencionado, uma parcela desses efluentes são tratados na ETE da Bacia do Anil. Todo o restante é despejado *in natura* na Bacia do Anil, dentre outros rios (ANJOS NETO, 2006).

O Índice de Qualidade de Água (IQA) é um indicador utilizado para avaliar a balneabilidade das águas de recreação. Em estudo realizado no ano de 1998, sua balneabilidade foi considerada “imprópria”, visto que a bacia Oceânica de São Luís funciona como receptáculo de dejetos produzidos pela região urbanizada (GERCO, 1998).

Sodré e Farias Filho (2010), observaram diversas fontes de poluição e contaminação das praias de São Marcos e Calhau, ambas na Ilha de São Luís, relacionadas à disposição inadequada de resíduos sólidos, ao despejo de esgoto *in natura* nas águas oceânicas, à ineficácia do poder público na oferta de serviços como tratamento de efluentes, coleta de resíduos sólidos e fiscalização e punição dos agentes poluidores das praias e aos maus hábitos.

Noticiários locais da Ilha de São Luís, da primeira quinzena de agosto do corrente ano registraram o lançamento de esgotos bruto na praia do Calhau (G1, 2015). De acordo com a reportagem, a Assessoria de Imprensa da Caema, relatou que houve uma pane na estação elevatória de esgoto do bairro do Cohajap, o que ocasionou o vazamento do esgoto para o Rio Calhau, que desemboca na Praia do Calhau. No entanto, é notório que a Bacia Oceânica recebe descarga de efluente *in natura* há muito anos.

A Secretaria do Meio Ambiente Municipal multou e notificou a Caema em 45 milhões de reais, de acordo com a matéria vinculada no Imirante Notícias (2015). Além da multa, um laudo técnico será concluído nos próximos dias, para confirmar com detalhes quais os agentes físico-químicos e bacteriológicos foram responsáveis pela poluição.

Observa-se que os problemas ambientais, em especial a má qualidade dos corpos receptores são notórios na Ilha de São Luís, no entanto, os esforços para uma recuperação começam a surgir. O Governo do Estado do Maranhão anunciou no mês de agosto do corrente ano o lançamento do Programa Mais Saneamento com um investimento inicial de 14 milhões de reais, a primeira área a ser destinado o recurso e de acordo com a Assessoria de Imprensa do Governo a receber esses investimentos é a Lagoa da Jansen com a construção imediata de 1200 metros de adutoras por recalque, com capacidade de 180 mil litros. Outros investimentos fazem parte do planejamento.

6.3.5. Bacia de esgotamento Jeniparana

Conta com 69,58 km de rede coletora e 6.073 ligações prediais de esgotos implantadas, correspondendo a um índice de 11,46 metros de rede por ramal predial. O rio Jeniparana juntamente com os igarapés da Manguda, Boa Vista e Paranã compõem a malha hídrica da região.

A tabela 7 apresenta características das estações elevatórias e das estações de tratamento de esgoto da Bacia Jeniparana.

Tabela 7 – EEE's e ETE da Bacia do Jeniparana.

| EEE - ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS | VAZÃO (l/s) | TIPO DO ESGOTO | DESCARGA DO EFLUENTE |
|----------------------------|-------------|----------------|----------------------|
| Maiobão A | 30,00 | Bruto | Bacia Paciência |
| Jeniparana | 17,00 | Bruto | Operária II |
| Operária II | 90,00 | Bruto | ETE – Operária |
| ETE – Operária | 97,00 | Tratado | Rio Jeniparana |

Fonte: Adaptado de ANJOS NETO, 2006.

De acordo com os dados da CAEMA, apenas a ETE da Bacia do Jeniparana tratava seus efluentes. No entanto, ainda assim, todas as Estações Elevatórias e Estações de Tratamento de Esgoto da bacia estavam desativadas e a ETE se encontrava depredada (ANJOS NETO, 2006).

6.4. Panorama atual do saneamento em São Luís

Em 2007, foi publicado pela primeira vez o Ranking do Saneamento pelo Instituto Trata Brasil, cuja metodologia foi aprimorada em 2012 com o apoio da GO Associados. O último Ranking foi publicado em 2013 e analisa os 100 maiores municípios do Brasil em termos de população (OLIVEIRA et al, 2015).

Para compor o Ranking, o Instituto Trata Brasil considera aspectos como população, fornecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, investimentos, entre outros. As informações são fornecidas pelas operadoras de saneamento dos municípios. A base de dados é o SNIS, que vem sendo desenvolvido desde a sua criação pelo Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (OLIVEIRA et al, 2015).

São analisados o nível de cobertura atual, a melhora de cobertura em relação ao ano anterior e o nível de eficiência. A metodologia utilizada para se chegar à colocação dos municípios é descrita na metodologia do Ranking por Oliveira et al 2015.

Paralelo ao Ranking dos 100 municípios foi realizado um apenas com as capitais, cujo período de análise foi de 2009 até 2013, no intuito de realizar um diagnóstico da evolução do saneamento neste período. Assim, no quesito atendimento em água, São Luís caiu em 7%. No atendimento em esgoto evoluiu em 2,34 pontos percentuais (p.p.), porém no tratamento caiu em 8,75 p.p.. Os níveis de perdas aumentaram em 8,52 p.p.. Já as ligações de água corresponderam a um aumento de 26% ao longo desse período, e as ligações de esgoto a 24%.

No Ranking realizado em 2013, São Luís não se destacava entre as melhores nem as piores posições no que diz respeito ao nível de cobertura de água, coleta e tratamento de esgoto, investimento/arrecadação. No entanto, na relação da quantidade de novas ligações e ligações faltantes de água, mesmo com os avanços já citados, São Luís encontrava-se entre os 10 piores do Brasil, na posição 92. No aspecto perda de faturamento de água, o município também se destaca entre os piores colocados, na posição 97. Apesar das péssimas colocações, de 2012 para 2013 não foram realizados esforços suficientes para modificar essa situação. Por isso, o município também ficou entre as menores evoluções contra as perdas de água, na posição 99 (OLIVEIRA et al, 2015).

No quadro geral do Ranking de Saneamento dos 100 municípios, que levou em consideração todos esses aspectos, de 2011 para 2012, São Luís deu um salto da posição 93 para 79. No entanto, de 2012 para 2013 subiu apenas uma posição, ficando em 78, demonstrando poucos avanços em relação à prestação dos serviços de saneamento e continuando distante do princípio nacional que é a universalização (OLIVEIRA et al, 2015).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da realização deste trabalho, observou-se a importância do saneamento básico nos âmbitos social, ambiental e econômico. Ficou clara sua relação com a promoção da saúde em longo prazo, gerando aumento da qualidade de vida do cidadão. Além disso, também se constatou a importância dos recursos hídricos para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, esferas do saneamento. Tão importantes, que ambos estão definidos na Legislação Federal e Constituição Federal, respectivamente.

Procurou-se traçar o panorama da infraestrutura dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento, bem como da situação ambiental das bacias de esgotamento de São Luís – MA. Dessa forma, observaram-se as algumas melhorias e os retrocessos que esses sistemas sofreram nos últimos anos. Para isso, analisou-se a importância dos prestadores desses serviços e constatou-se que a CAEMA, por ser o principal deles, tem grande responsabilidade nos níveis de poluição dos principais mananciais do município, como os rios Anil, Bacanga, Paciência, citados neste trabalho. Uma vez que, regimentalmente, a concessionária tem por objetivo planejar, promover e executar a política de saneamento básico na área estadual de sua abrangência, esta deve fazer o tratamento adequado dos efluentes antes de seu lançamento nas bacias, que já sofrem influências diretas da expansão urbana e consequente degradação ambiental.

Ressaltam-se a importância do monitoramento constante e eficaz por parte das secretarias Estadual e Municipal de Meio Ambiente cabendo o monitoramento da orla, e à CAEMA o saneamento adequando da bacia Oceânica, com a instalação de estações de coleta e tratamento que possuam efetividade.

Este estudo, mesmo que modestamente, chama a atenção para a urgência de um esforço conjunto da concessionária, órgãos fiscalizadores e da sociedade civil, visto a importância dessas bacias no âmbito socioambiental e sanitário.

8. REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, C.O. Apostila do Curso sobre Sistema Condominial de Esgotos. Rio de Janeiro: ABES, 1994. (mimeo)

ANJOS NETO, S. P. **Aspectos históricos e diagnóstico técnico operacional do sistema de esgotos sanitários de São Luís**. São Luís: [s.n], 2006.

ARAÚJO, E. P. et al. **Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009, Natal. *Anais...* Natal: INPE, 2009. p. 4631-4638.

ARAÚJO JUNIOR, O. **Saneamento Ambiental e Qualidade de Vida**. Disponível em: <<http://www.adital.com.br/?n=n9r>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

BARROSO, L. R. **Saneamento básico: competências constitucionais da União, Estados e Municípios**. Revista de informação legislativa, Brasília, v. 39, n. 153, jan./mar. 2002. Disponível em: <<http://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/762>>. Acesso em: 25 abr. 2015.

BARROS, R. T. V.; Chemicharo, C.A.L.; HELLER, L.; SPERLING, M. V. **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. 1ª reimpressão. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Funasa, 2007.

_____. Lei nº 11.445, 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 jan. 2007. Disponível em:

<www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Diário Oficial da União, Brasília, 14 dez. 2011. Disponível em: <<http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/PORTARIA%20No-%202.914,%20DE%2012%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202011.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2015.

_____. Ministério das Cidades. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2013.** Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2013>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

CARVALHO, A. R.; OLIVEIRA, M. V. C. **Princípios básicos do saneamento do meio.** São Paulo: SENAC, 1997. (Série Apontamentos Saúde).

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** São Paulo: Cortez, 1995.

COHIM, E.; COHIM, F. **Reúso de água cinza: a percepção do usuário.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., set. 2007, Belo Horizonte-MG. *Anais...* Belo Horizonte-MG: ABES, 2007. p. 11.

CRAIG, A. **Overcoming expertocracy through sustainable development:** the case of wastewater. In: IAPS Conference, 16., jul. 2000, Paris. 21st century: Cities, social life and sustainable development. Paris: [s.n.], [200-].

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2000.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UECE, 2002. Apostila.

FRANCEYS, R. et al. **Guía para el desarrollo del saneamiento in situ.** Genebra: OMS, 1994. 259 p.

FREITAS, L. C. S. et al. **Análise do Índice de Áreas Verdes da sub-bacia do rio das Bicas em São Luís - MA.** In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 16., 2010, Porto Alegre. *Anais...* São Paulo: AGB, 2010.

GERCO. 1998. Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro-Hidrologia. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Coordenadoria de Programas Especiais. Governo do Estado do Maranhão. São Luís.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUIMARÃES, A. J. A. et al. **Saneamento básico.** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABwH8AG/capitulo1-saneamento-basico>>. Acesso em: 12 maio 2015.

G1 MARANHÃO. **Esgoto é despejado direto no mar da Praia do Calhau em São Luís.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2015/08/esgoto-e-flagrado-em-praia-do-calhau-em-sao-luis.html>>. Acesso em 15 de jun. 2015.

HELLER, L. **Concepção de instalações para o abastecimento de água.** In: _____; PÁDUA, V. L. (org.). Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: UFMG, 2006. p. 65-104.

IBAMA/SEMATUR. **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão. Programa Nacional de Meio Ambiente.** São Luís: Lithograf, 1991. 194 p.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21 jun. 2015.

JORNAL O ESTADO DO MARANHÃO. **Caema pagará multa de R\$ 45 mi por poluição no Rio Calhau, em SL.** Disponível em: <<http://imirante.com/oestadoma/noticias/2015/08/21/caema-pagara-multa-de-r-45-mi-por-poluicao-no-rio-calhau-em-sl.shtml>>. Acesso em 21 de ago. 2015.

LABOHIDRO. **Estudos bioecológicos nos estuários dos rios Anil e Bacanga – Ilha de São Luís - MA.** São Luís, 1980. Relatório.

LABORATÓRIO de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão – Portal LabMet. Disponível em: <<http://www.nemrh.uema.br/>>. Acesso em: 26 maio 2015.

LEAL, F. C. T. **Sistemas de saneamento ambiental.** Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4 ed. 2008. Notas de Aula.

LEONETI, A. B. et al. **Saneamento básico no Brasil:** considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. Revista de Administração pública, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, mar./abr. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-76122011000200003&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 jun. 2015.

MARANHÃO. Secretaria de Planejamento e Orçamento. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Informativo - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos divulga o PIB do Estado do Maranhão – Período 2008-2012.** Disponível em: <http://www.imesc.ma.gov.br/temp/docs/pib_pub_112014.pdf>. Acesso em: 4 de junho de 2015

_____. Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Regiões de Planejamento do estado do Maranhão.** São Luís: SEPLAN, 2008. 103 p.

_____. Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Situação Ambiental da Ilha do Maranhão.** São Luís: IMESC, 2011. 57 p.

MEDEIROS FILHO, F. C. **Abastecimento de água.** Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Abastece.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2015.

MENEZES, L. C. C. **Saneamento básico, saúde pública e qualidade de vida; Considerações.** Revista DAE, [S.l.], v. 44, n.1, p. 15-21, mar. 1984.

MORAES, L. R. S. **Conceitos de Saúde e Saneamento**. Salvador: DHS/UFBA, 1993. 6p. Não Publicado.

NASS, D. P. **O Conceito de Poluição**. Revista Eletrônica de Ciências, São Carlos, n. 13, nov. 2002. Disponível em: <http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_13/poluicao.html>. Acesso em: 21 abr. 2015.

OLIVEIRA, D. R. P. et al. **Avaliação do grau de contaminação microbiológica do estuário do Rio Paciência**, Estado do Maranhão. Arquivos de Ciências do Mar. Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 56-61, 2012.

OLIVEIRA, G.; et al. **Ranking do Saneamento**. Resultados com base no SNIS 2013. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2015.

PEREIRA, M. R. S.; CORONEL, D. A. **A industrialização no estado do Maranhão: uma análise do plano estratégico de desenvolvimento industrial**. Latin American Journal of Business Management, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 177-197, 2013.

PHILIPPI JÚNIOR, A.; MALHEIROS, F. M. **Águas Residuárias: Visão de Saúde Pública e Ambiental**. In: PHILIPPI JÚNIOR, A. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005, 181-220p.

PHILIPPI JÚNIOR, A.; MARTINS, G. **Águas de abastecimento**. In: PHILIPPI JÚNIOR. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005, p. 117-180.

PHILIPPI JÚNIOR, A. **Saneamento do meio**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 1992. p. 3-60. Apostila.

PRÜSS-ÜSTÜN, A. et al. **Safer water, better health: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health**. Geneva: World Health Organization, 2008.

RANKING IDHM Municípios 2010. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/ranking-idhm-municipios-2010.aspx>>. Acesso em: 11 de jun. 2015.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Blücher, 2009. 340 p.

ROSENQUIST, L. E. D. A. **psychosocial analysis of the human-sanitation nexus**. Journal of Environmental Psychology, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 335–346, set. 2005.

SILVA, G.S. et al. **Avaliação integrada da qualidade de águas superficiais: grau de trofia e proteção da vida aquática nos rios Anil e Bacanga, São Luís (MA)**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, vol.19, n.3, jul./set. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522014000300245&script=sci_arttext>. Acesso em: 15 abr. 2015.

SILVA, E. Pesquisa avalia processo de contaminação ambiental da Bacia do Bacanga, 2015. Disponível em: <http://www.fapema.br/site2012/index.php?option=com_content&view=article&id=3372:pesquisa-avalia-o-processo-de-contaminacao-ambiental-da-bacia-do-bacanga&catid=101:noticias-destaque&Itemid=117>. Acesso em 29 de jul. 2015.

SÃO LUÍS. Secretaria Municipal Extraordinária de Projetos Especiais. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico PMISB de São Luís – MA (2011)**. Disponível em: <http://www2.saoluis.ma.gov.br/custom_files/File/Arquivos%20Pref%2003_06_2013/Produto_II_Diagnostico.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2015.

SODRÉ, E. S. P.; FILHO, F. M. S. **Perda de qualidade ambiental nas praias de São Marcos e Calhau em São Luís – MA em função da poluição por resíduos sólidos e deposição de efluentes líquidos**. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 16., 2010, Porto Alegre. *Anais...* São Paulo: AGB, 2010.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

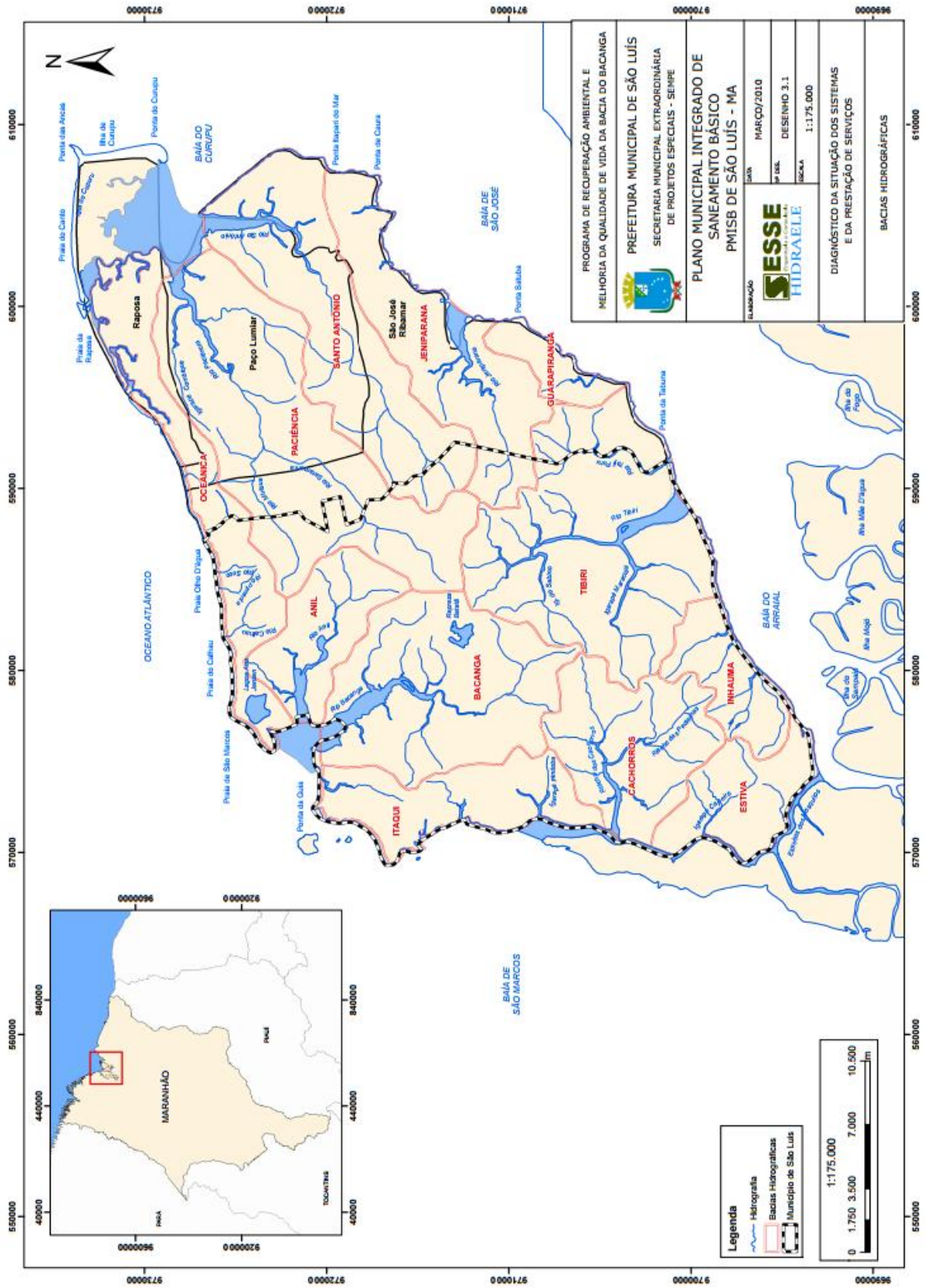
TUCCI, C.E.M. **Águas urbanas**. Estudos avançados, São Paulo, vol. 22, n. 63, 2008. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007>. Acesso em: 12 maio 2015.

TUROLLA, F. A. **Política de Saneamento Básico: avanços e opções futuras de políticas públicas**. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2818/1/TD_922.pdf>

UNICEF-United Nations International Children's Emergency Fund. WHO-World Health Organization. **Diarrhea: why children are still dying and what can be done**. UNICEF: New York; 2009.

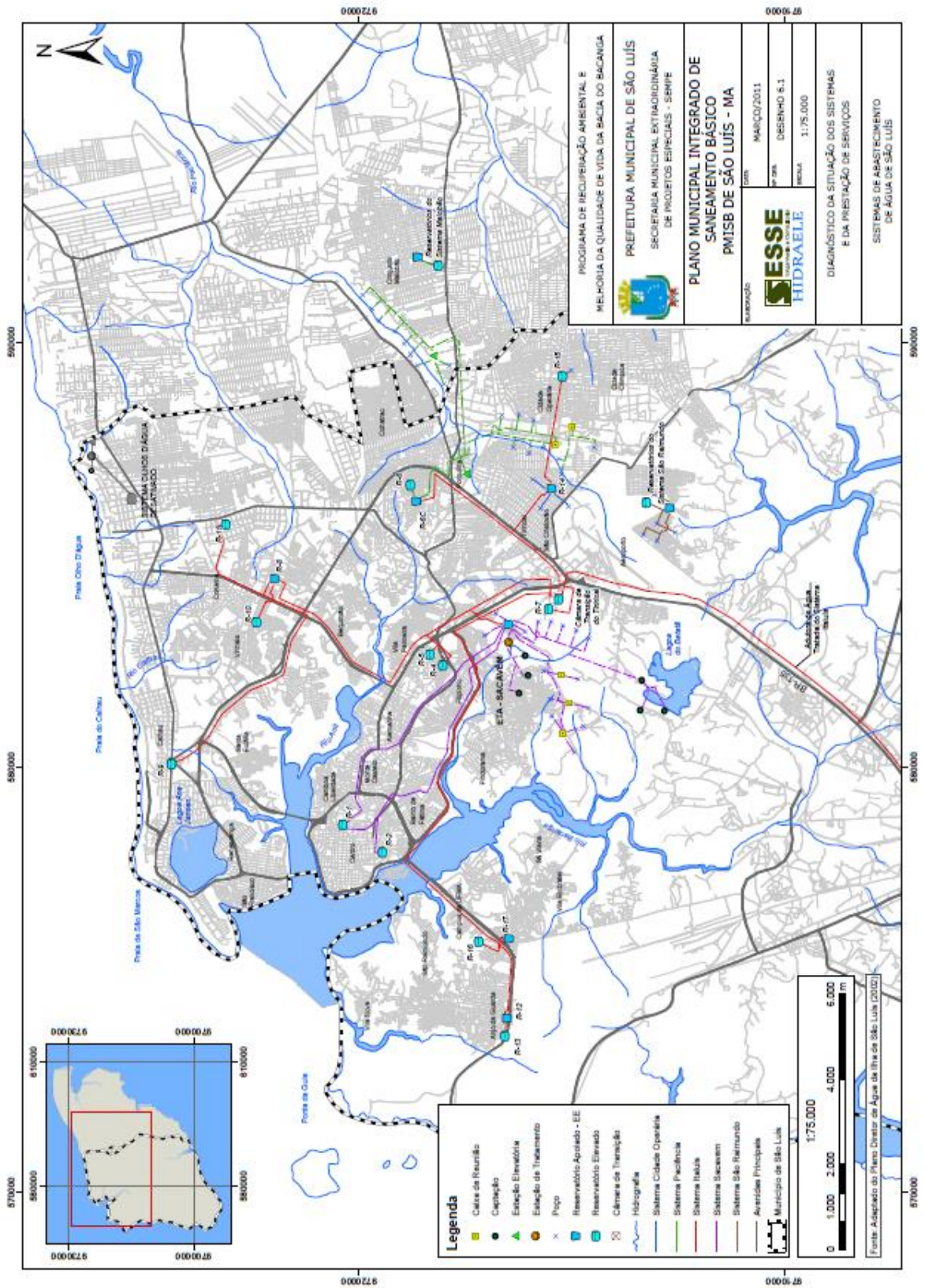
ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO ESTADO DO MARANHÃO. **Unidades de conservação**. Disponível em: <<http://www.zee.ma.gov.br/html/unid.html>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

ANEXO A – Mapa das Bacias Hidrográficas da Ilha de São Luís, MA, Brasil.



Fonte: Adaptado do Plano Diretor de Água da Ilha de São Luís, 2002.

ANEXO B – Mapa dos Sistemas de Abastecimento de Água de São Luís, MA, Brasil.



Fonte: Adaptado do Plano Diretor de Água da Ilha de São Luís, 2002.