

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA SAÚDE  
MESTRADO EM SAÚDE E AMBIENTE**

**ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NA ÁREA URBANA DE  
SÃO LUÍS: ONDE ESTÁ A QUALIDADE ?**

São Luís  
2008

**DJENANE COIMBRA TEIXEIRA MENDES**

**ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NA ÁREA URBANA DE  
SÃO LUÍS: ONDE ESTÁ A QUALIDADE ?**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão – UFMA para obtenção do Título de Mestre em Saúde e Ambiente.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Flávia Rebelo Mochel

São Luís  
2008

**DJENANE COIMBRA TEIXEIRA MENDES**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão – UFMA para obtenção do Título de Mestre em Saúde e Ambiente.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Flávia Rebelo Mochel (Orientadora)  
Doutora em Geociências (Geoquímica Ambiental)  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

---

Prof. Dr. Raimundo Antônio da Silva  
Doutor em Saúde Pública  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Dayani de Fátima Pereira  
Doutora em Engenharia Ambiental  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

---

Prof. Dr. Dagolberto Calazans Araújo Pereira  
Doutor em Saúde Pública  
Centro Universitário do Maranhão - CEUMA

**DEDICATÓRIA**

**Aos meus trigêmeos, Alexandre, Davi e Rodrigo,  
que em dois meses farão parte do meu convívio, grande motivação para conclusão deste  
trabalho.**

**Ao meu marido Flávio Olímpio, grande  
incentivador e tão especial na minha vida.**

**Aos meus pais, Roselina por sempre acreditar  
em mim e Jurandy (*in memoriam*), que permanece  
vivo no seio da minha família.**

**A Elsenira e a Neto Coimbra, irmão queridos.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas bênçãos recebidas e a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

A Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Flávia Rebelo Mochel, pela competência e confiança creditada na orientação deste trabalho, respeitando os meus limites, sendo bem mais que uma orientadora, mas também uma amiga;

Aos Professores Doutores Dagolberto, Dayane e Raimundo Antônio, pela contribuição e disponibilidade em participar da banca examinadora;

A amiga e colaboradora, bióloga Carminha Diniz que nos méritos desta conquista, há muito de sua presença.

Aos amigos e colaboradores deste estudo, o economista Fábio Reis e a bioquímica Ana Tereza.

A Raimundinha, bibliotecária do Mestrado em Saúde e Ambiente, pela normalização deste trabalho e ao amigo Thiago Haickel pela contribuição na tradução dos textos de inglês.

Aos funcionários da CAEMA pela colaboração nas informações prestadas.

Aos colegas da Turma do Mestrado em Saúde e Ambiente – 2º semestre 2006, corpo docente e funcionários, pelo apoio e acolhimento;

Por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

**É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar.  
É melhor tentar, ainda que em vão que sentar-se, fazendo nada até o final.  
Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias frios em casa me esconder.  
Prefiro ser feliz embora louco, que em conformidade viver”.**

***Martin Luther King.***

## RESUMO

O abastecimento público em termos de quantidade e qualidade tem sido uma preocupação constante da humanidade, devido à escassez da água e deterioração dos mananciais pelo lançamento de efluentes e resíduos, tornando-se um fator importante na transmissão de enfermidades. Durante a distribuição de água potável, a qualidade desta pode sofrer uma série de alterações, logo após a saída do tratamento, que podem comprometer os padrões de potabilidade exigidos pela Portaria nº 518/04, quando esta chega à torneira do usuário e assim, se diferenciando da qualidade da água que deixa a estação de tratamento. Neste estudo, procurou-se avaliar a qualidade da água para consumo humano da área urbana de São Luís, fornecida pelos sistemas de abastecimento, recomendando medidas que apoiem a gestão pública dos recursos hídricos, do meio ambiente e ações de saúde, educação e mobilização social visando o acesso à água de qualidade saudável para a população. Foram coletadas e analisadas amostras de água de consumo humano na rede de distribuição dos 195 bairros que compõem a área urbana de São Luís, assim como o levantamento e mapeamento das notificações de doenças de veiculação hídrica: diarreia aguda e hepatite A, em 07 bairros da área urbana, com maior ocorrência de casos, onde se avaliou a correlação com os resultados das amostras de água fora dos padrões nesses bairros e a precipitação pluviométrica como aumento de incidência de casos. A significância foi feita através de teste estatístico, o qual resultou na relação de aumento dos casos de diarreia nos bairros com maior ocorrência no período chuvoso e insignificante para casos de hepatite A, doença esta que sugere ter relação com a falta de saneamento básico que se agrava com a falta de informação das formas de contágio. Foi realizada ainda, inspeção nos 04 sistemas de abastecimento de água de São Luís, para avaliar as condições das instalações e processo de tratamento e distribuição da água consumida. Os resultados obtidos das amostras de água encontram-se em desacordo com a Portaria MS nº 518/04, que trata dos padrões de potabilidade, assim como inúmeras não conformidades encontradas durante as inspeções nos sistemas, apontando as suas conseqüências e devidas recomendações para medidas corretivas, de acordo com a legislação vigente e as normas de boas práticas no abastecimento de água. Concluiu-se que com o atual tratamento da água fornecida pelos sistemas, a população de São Luís está exposta ao risco de contrair doenças e outros agravos à saúde, devendo ser tomadas medidas cabíveis para minimizar ou solucionar a problemática da distribuição da água, por ora exposto.

Palavras - Chave: Água de Consumo Humano; Abastecimento Público de Água; Qualidade Ambiental - Água

## ABSTRACT

The public supplying in terms of amount and quality has been a constant concern of the humanity, due to scarcity of the water and deterioration of the sources for the launching of effluent and residues, becoming an important factor in the transmission of diseases. During the drinking waters distribution, the quality of this can suffer a series from alterations, then after the exit of the treatment, that can compromise the standards of potabilidade demanded by law n° 518/04, when this arrives at the tap of the user and thus, if differentiating of the quality of the water that leaves the treatment station. In this study, it was looked to evaluate the quality of the water for human consumption of the urban area of São Luis, supplied for the systems of supplying, being recommended measured that they support the public administration of the water resources, of the environment and action of health, education and social mobilization aiming at the access to the water of healthful quality for the population. They had been collected and analyzed water samples of human consumption in the net of distribution in the 195 quarters of the urban area of São Luis, as well as the survey and mapping of the notifications of water-borne diseases propagation: diarrhea and hepatitis, in 07 quarters of the urban area, with bigger occurrence of cases, where it was evaluated correlation with the results of the water samples is of the standards in these quarters and the pluviometric precipitation as increase of incidence of cases. The significance was made through statistical test, which resulted in the relation of increase of the cases of diarrhea in the quarters with bigger occurrence in the rainy and insignificant period for hepatitis cases, illness this that it suggests to have relation with the lack of basic sanitation that if aggravates with the lack of information of the forms of infects. It was carried through still, inspection in the 04 systems of water supply of São Luis, to evaluate the conditions of the installations and process of treatment and distribution of the consumed water. The gotten results of the water samples in accordance with meet in disagreement with law n° 518/04, that it deals with the standards of potabilidade, as well as innumerable conformity found during the inspections in the systems, not pointing its consequences and which had recommendations with respect to corrective measures, the current law and the good norms of practical in the water supply. It was concluded that with the current treatment of the water supplied for the systems, the population of São Luis is displayed to the risk to contract illnesses and other aggravation to the health, having to be taken measured possible to minimize or to solve the problematic one of the distribution of the water, for however displayed.

Key-words: Water for Human Consumption; Water Supplied Public; Environmental Quality - Water

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	p.
Figura 1 – Esquema de uma Estação de Tratamento de Água Convencional.....	35
Figura 2 – Identificação do município de São Luís no Brasil e no Estado do Maranhão...	57
Gráfico 1 – Distribuição dos Recursos Hídricos no Mundo.....	48
Gráfico 2 – Evolução dos Casos de Diarréia na capital e no Estado do Maranhão.....	78
Gráfico 3 – Número de Casos de Hepatite A em São Luís e no Maranhão.....	81
Gráfico 4 – Perfil socioambiental dos bairros com maior ocorrência de diarréia em São Luís.....	90
Gráfico 5 – Precipitação Pluviométrica em São Luís no período de 1961-1990 – Média Anual.....	110
Gráfico 6 – Coletas de amostras na rede de distribuição do Sistema Italuís com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água – 2006.....	111
Gráfico 7 – Coletas de amostras na rede de distribuição do Sistema Italuís com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água – 2007.....	119
Gráfico 8 – Coletas de amostras na rede de distribuição do Sistema Sacavém com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água – 2006.....	121
Gráfico 9 – Coletas de amostras na rede de distribuição do Sistema Sacavém com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água – 2007.....	127
Gráfico 10 – Coletas de amostras na rede de distribuição do Sistema Paciência com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água – 2006.....	129
Gráfico 11 – Coletas de amostras na rede de distribuição do Sistema Paciência com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água – 2007.....	147
Gráfico 12 – Coletas de amostras na rede de distribuição do Sistema Olho D'água com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água – 2006.....	150

## LISTA DE FOTOS

FOTO 1 – Cartela de Colilert utilizado para análise de água de consumo humano .....	69
FOTO 2 – Coletas de amostras de água na rede de distribuição .....	104
FOTO 3 – Inspeção no Sistema ITALUIS .....	113
FOTO 4 – Inspeção no Sistema Sacavém .....	123
FOTO 5- Inspeção no Sistema Paciência.....	130
FOTO 6 – Inspeção no Sistema Olho D'água.....	149

## LISTA DE MAPAS

	p.
1. Mapa de Localização da área de estudo.....	58
2. Bairros com maior ocorrência de casos de diarreia aguda em São Luís.....	77
3. Bairros com ocorrência de casos de Hepatite A em São Luís.....	84
4. Distribuição espacial dos bairros com maior ocorrência de diarreia aguda e hepatite A com amostras fora do padrão para cloro – ano 2006.....	136
5. Distribuição espacial dos bairros com maior ocorrência de diarreia aguda e hepatite A com amostras fora do padrão para cloro – ano 2007.....	137
6. Distribuição Espacial dos Bairros com maior ocorrência de Diarreia e Hepatite A com Amostras Fora do Padrão para Turbidez – ano 2007.....	140
7. Distribuição Espacial dos Bairros com maior ocorrência de Diarreia e Hepatite A com Amostras Fora do Padrão para Coliforme Total – ano 2006.....	142
8. Distribuição Espacial dos Bairros com maior ocorrência de Diarreia e Hepatite A com Amostras Fora do Padrão para Coliforme Total – ano 2007.....	143
9. Distribuição Espacial dos Bairros com maior ocorrência de Diarreia e Hepatite A com Amostras Fora do Padrão para Coliforme Termotolerante – ano 2006.....	145

## LISTA DE TABELAS

	p.
Tabela 1A – Tipos de águas naturais e tecnologias de tratamento destinadas à produção de água potável recomendadas pela ABNT NBR 12.216/92.....	40
Tabela 1B – Disponibilidade de água por habitante /região (1000m <sup>3</sup> ).....	49
Tabela 2 – Doença transmitida através de ingestão de água contaminada.....	54
Tabela 3 – Doença transmitida através do contato com água contaminada.....	55
Tabela 4– Doença transmitida através insetos tendo a água com meio de procriação.....	55
Tabela 5– Bairros com maior ocorrência de diarreia e hepatite A em São Luis.....	61
Tabela 6 – Quantidade de coletas de amostras de água para consumo humano no período de 2006 a 2007.....	64
Tabela 7 – Bairros selecionados com maior número de casos de diarreia em São Luis.....	79
Tabela 8 – Bairros selecionados com casos de hepatite A.....	82
Tabela 09 – Perfil socioambiental dos bairros com maior ocorrência de diarreia em São Luis.....	89
Tabela 10 – Diagnóstico de Inspeção do Sistema de Abastecimento de Água Italuís.....	107
Tabela 11 – Diagnóstico de Inspeção do Sistema de Abastecimento de Água do Sacavém...	117
Tabela 12 – Diagnóstico de Inspeção do Sistema de Abastecimento de Água do Paciência..	125
Tabela 13- Diagnóstico de Inspeção do Sistema de Abastecimento de Água do Olho D'água.....	132
Tabela 14 – Testes de correlação de Spearman.....	152

## Lista de Siglas

ABNT	-	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACS	-	Agente Comunitário de Saúde
CAEMA	-	Companhia de Água e Esgotos do Maranhão
CENEPI	-	Centro Nacional de Epidemiologia
CGVAM	-	Coordenação Geral de Vigilância Ambiental
CONAMA	-	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DNSP	-	Departamento Nacional de Saúde Pública
DOU	-	Diário Oficial da União
DS	-	Distrito Sanitário
EPA	-	Environmental Protection Agency
ESF	-	Estratégia de Saúde da Família
ETA	-	Estação de Tratamento de Água
FNS	-	Fundação Nacional de Saúde
FUNASA	-	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	-	Índice de Desenvolvimento Humano
INPE	-	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LACEN	-	Laboratório Central de Saúde Pública.
MDDA	-	Monitoramento de Doenças Diarréicas Agudas.
MS	-	Ministério da Saúde .
OMS	-	Organização Mundial de Saúde.
ONU	-	Organização das Nações Unidas.
OPAS	-	Organização Pan Americana de Saúde
SAA	-	Sistema de Abastecimento de Água.
SEMA	-	Secretaria Estadual de Meio Ambiente
SEMSUR	-	Secretaria Municipal de Serviços Urbanos
SEMUS	-	Secretaria Municipal de Saúde.
SES	-	Secretaria de Estado da Saúde.
SINAN	-	Sistema de Informação de Notificação de Agravos de Notificação
SISAGUA	-	Sistema de Vigilância da Qualidade da Água de Consumo Humano
SISNAMA	-	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNVS	-	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUS	-	Sistema Único de Saúde
UFMA	-	Universidade Federal do Maranhão
VIGIAGUA	-	Vigilância da Qualidade da Água de Consumo Humano
VSA	-	Vigilância em Saúde Ambiental

## SUMÁRIO

	p.
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	10
LISTA DE FOTOS .....	11
LISTA DE MAPAS.....	12
LISTA DE TABELAS.....	12
LISTA DE ABREVIATURAS.....	13
1 <b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
2 <b>OBJETIVOS</b> .....	21
2.1 <b>Geral</b> .....	21
2.2 <b>Específicos</b> .....	22
3 <b>PROBLEMATIZAÇÃO</b> .....	22
4 <b>HIPÓTESES</b> .....	22
5 <b>DEFINIÇÕES SOBRE O TEMA</b> .....	23
6 <b>REVISAO DA LITERATURA</b> .....	24
7 <b>LEGISLAÇÃO APLICADA</b> .....	26
8 <b>UNIDADES QUE COMPÕEM UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA CONVENCIONAL</b> .....	34
8.1 <b>Captação de águas superficiais</b> .....	36
8.2 <b>Captação de águas subterrâneas</b> .....	37
8.2.1 <b>Lençol freático</b> .....	37
8.2.2 <b>Lençol confinado</b> .....	39
8.2.3 <b>Captação de águas pluviais</b> .....	40
8.3 <b>Etapa da Coagulação e Floculação</b> .....	41
8.4 <b>Decantação</b> .....	42
8.5 <b>Filtração</b> .....	42
8.6 <b>Desinfecção</b> .....	43

8.7	<b>Fluoretação</b> .....	45
8.8	<b>Reservação</b> .....	45
8.9	<b>Rede de Distribuição</b> .....	46
9	<b>SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNDO</b> .....	47
10	<b>PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS E DE SAÚDE CORRELACIONADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS</b> .....	53
10.1	<b>Principais Doenças de Veiculação Hídrica: Causas e Problemas Socioambientais</b> .....	53
11	<b>MATERIAL E MÉTODO</b> .....	56
11.1	<b>Área de Estudo</b> .....	57
11.2	<b>Seleção das amostras e procedimentos gerais</b> .....	59
11.3	<b>Coleta de Amostras de Água</b> .....	62
11.4	<b>Procedimentos de Campo</b> .....	63
11.4.1	Coleta de amostras de água para consumo humano.....	64
11.5	<b>Procedimentos de laboratório</b> .....	66
11.6	<b>Procedimentos de Escritório</b> .....	69
11.7	<b>Análise dos Dados</b> .....	70
12	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	70
12.1	<b>Caracterização dos Sistemas de Abastecimento de Água de São Luis</b> .....	70
12.1.1	Áreas abastecidas pelos Sistemas da CAEMA.....	73
12.2	<b>Bairros com maior ocorrência de casos de Doenças de Veiculação Hídrica em São Luís</b> .....	75
12.3	<b>Perfil socioambiental dos bairros da área urbana de São Luís com maior ocorrência de doenças de veiculação hídrica: diarreia aguda e hepatite A</b> .....	88
12.4	<b>Atividades antropogênicas e degradação ambiental da rede hidrográfica de São Luis – Principais rios</b> .....	92
12.5	<b>Resultado analítico das coletas de amostras de água de consumo humano nos bairros selecionados para ocorrência de casos de diarreia e hepatite A em São Luis</b> .....	102

12.6	<b>Resultados das coletas e inspeções nos sistemas que abastecem a área urbana de São Luis</b> .....	105
12.6.1	Sistema Italuis.....	105
12.6.2	Sistema Sacavém.....	116
12.6.3	Sistema Paciência.....	124
12.6.4	Sistema Olho D'Água.....	131
12.7	<b>Mapeamento temático dos bairros selecionados</b> .....	135
12.8	<b>Relação do período climático, seco e chuvoso no processo saúde – doença em São Luís</b> .....	150
13	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	156
14	<b>RECOMENDAÇÕES</b> .....	159
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	161

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um produto indispensável à manutenção da vida na Terra, produto que tem despertado o interesse dos mais diversos setores motivando-os a elaborarem modelos de uso e gestão de recursos hídricos, capazes de compatibilizar as demandas crescentes com a relativa escassez do produto na qualidade desejada e como produto, a água fornecida à população, é resultante de um processo de tratamento que adequa a que está presente na natureza, a um determinado padrão de potabilidade com o objetivo de torná-la segura à saúde humana.

Para garantir a segurança no fornecimento de água com qualidade à população, o poder público viabiliza o tratamento desta por meio de sistemas de abastecimento de água, que são obras de engenharia que, além de objetivarem assegurar o conforto às populações e prover parte da infra-estrutura das cidades, visam prioritariamente superar os riscos à saúde impostos pela água. Para que esses sistemas cumpram com eficiência a função de proteger os consumidores contra os riscos à saúde humana, é essencial um adequado e cuidadoso desenvolvimento de todas as suas fases: a concepção, o projeto, a implantação, a operação e a manutenção (FUNASA, 2004,408p.).

Apenas como exemplo citam-se as seguintes situações de risco à saúde em relação aos sistemas de abastecimento: descarga acidental de contaminante no manancial; lançamento clandestino de efluentes no manancial; ocorrência de pressão negativa em tubulação – adutora ou rede de distribuição – e conseqüente penetração de contaminantes em seu interior; rompimento de redes e adutoras; problemas operacionais e de manutenção diversos na estação de tratamento – coagulação incorreta; produto químico adulterado, lavagem ineficiente de filtros, comprometimento do leito filtrante, danos em equipamentos de manuseio de produtos químicos – que podem resultar em distribuição de água não potável; penetração de contaminantes diversos nos reservatórios públicos; ausência de manutenção na rede distribuidora. (BRASIL. Ministério da Saúde. 2006. 212p.)

No Brasil, os padrões de potabilidade da água para consumo humano são estabelecidos pelo Ministério da Saúde e atualmente encontra-se em vigor a Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 25 de março de 2004, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano

e seu padrão de potabilidade, define também deveres e responsabilidades às autoridades de saúde pública nas três esferas de governo e aos responsáveis pela operação de sistemas ou de soluções alternativas de abastecimento de água.

Durante a distribuição de água potável, a qualidade desta pode sofrer uma série de alterações, logo após a saída do tratamento, que podem comprometer os padrões de potabilidade exigidos pela Portaria MS nº 518/04, quando esta chega à torneira do usuário e assim, se diferenciando da qualidade da água que deixa a estação de tratamento. Tais mudanças podem ser causadas por variações químicas e biológicas ou por uma perda da integridade do sistema.

A qualidade da água subterrânea também pode ser alterada quando do efeito da mistura de diferentes fontes, tais como uma combinação de poços, fontes superficiais ou ambos, podendo influenciar muito os padrões de potabilidade da água na saída da rede. A irregularidade do abastecimento na rede de uma determinada área urbana pode também modificar a qualidade da água tratada com a introdução de agentes patogênicos na rede de distribuição.

O controle dos riscos à saúde em um sistema inicia com a escolha do manancial de onde o sistema será suprido. As unidades de captação, estações elevatórias, adutoras, reservatórios e rede de distribuição, constituem risco potencial de comprometimento da qualidade da água, encaradas, portanto, com a visão de saúde pública. (BRASIL. Ministério da Saúde. 2006.212p.)

É importante destacar que não apenas na etapa coletiva dos sistemas de água podem ser localizados riscos à saúde. Após a ligação predial, a água fornecida pelo sistema público ainda passa por diversas operações, desde o armazenamento predial, até os habituais tratamentos domiciliares, passando por toda a instalação predial, sendo que esta etapa de consumo impõe elevados riscos à saúde.

No Brasil, a Pesquisa Nacional de Saneamento (IBGE, 2000) revelou que 97,9% dos municípios têm serviço de abastecimento de água. Entre 1989 e 2000 o volume total de água distribuída por dia no Brasil cresceu 57,9%. Em 1989, dos 27,8 milhões de m<sup>3</sup> de água distribuídos diariamente, 3,9% não eram tratados. Em 2000, a proporção de água não tratada quase dobrou, passando a representar 7,2% do volume total (43,9 milhões de m<sup>3</sup> por dia), enquanto que no ano de 1989 a mesma pesquisa indicava 95,9%. A pesquisa revelou ainda que

116 municípios ou 2% do total, não têm abastecimento de água por rede geral: a maior parte deles situado nas regiões Norte e Nordeste.

A proporção da água distribuída com tratamento também varia de acordo com o tamanho da população dos municípios. Naqueles com mais de 100.000 habitantes, a água distribuída é quase totalmente tratada. Já nos municípios com menos de 20.000 habitantes, 32,1% do volume distribuído não recebe qualquer tipo de tratamento. Há ainda aqueles países que sofrem com ausência da água tratada, cerca de 11 países da África e 09 do Oriente Médio já não têm água. A situação também é crítica no México, Hungria, Índia, China, Tailândia e Estados Unidos. (UNESCO,2005)

Os sistemas de abastecimento de água têm como atribuição, produção e distribuição canalizada de água potável, objetivando assegurar benefícios à saúde, garantindo a população acesso à água em quantidade e qualidade satisfatória, de acordo com o que preconiza os arts. 8º e 9º, I ao IX, da Portaria MS 518/04. Nesse contexto, admite-se que a qualidade da água destinada ao consumo humano depende de um conjunto de atividades a serem desempenhadas de forma harmônica entre órgãos competentes, tendo em perspectiva a qualidade de vida e saúde da população abastecida.

No Estado do Maranhão, a vigilância da qualidade da água de consumo humano e o monitoramento da sua distribuição com qualidade exigida pela legislação vigente, estão sob a responsabilidade da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, vinculada ao Ministério da Saúde, e está representada pelo Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental da Secretaria Estadual de Saúde. No entanto, o tratamento e o controle da qualidade da água distribuída estão sob a responsabilidade da Companhia de Água e Esgotos do Maranhão. Essa vigilância do órgão estadual sobre os sistemas de abastecimento e sua distribuição, foi intensificado a partir da implantação na Vigilância Sanitária Estadual, do Programa de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano - VIGIAGUA, que está diretamente ligado ao Programa Nacional de Vigilância da Água, do Ministério da Saúde, o qual faz acompanhamento das metas anuais de cada estado brasileiro, firmados entre os níveis de governo estadual e federal, previamente estabelecidas através de diretrizes formuladas pelo Ministério da Saúde e ainda por meio de instrumentos de acompanhamento e avaliação dessas metas, como formulários e sistemas de informação via Internet.

O Programa Estadual foi implantado desde julho de 2002, pela Portaria Estadual nº 78 e tem como objetivo avaliar o potencial de risco de sistemas de abastecimento de água, tanto coletivos como individuais; desencadear as medidas necessárias para adequação dos sistemas e impedir a disseminação de doenças de veiculação hídrica na comunidade.

A problemática das doenças de veiculação hídrica, deixou de ser uma dificuldade somente dos países subdesenvolvidos, segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS, revelam que 80 % das doenças que ocorrem nos países em desenvolvimento são ocasionados pela contaminação da água e 15 milhões de crianças de 0 a 05 anos, morrem direta e indiretamente pela falta de ou deficiência dos sistemas de abastecimento de água e esgoto. (TUCCI, C.E. M., 2005. 197p.) .

O primeiro caso confirmado, de forma científica, de surto epidêmico da cólera veiculado pela água de abastecimento foi em Londres em 1854, através do estudo dos casos de contaminação dos consumidores da “Bomba da Rua Larga” pelo Dr. John Snow (1813 - - 1858) inglês – oficial médico da saúde de Londres - que identificou através dos mapas dos bairros e seus poços, comprovou que o abastecimento de água proveniente daquele poço fora o veículo de infecção, devido ao número de ocorrências da doença, que se abasteciam do poço, o qual determinou que fosse lacrado e conseqüentemente houve um declínio considerável de ocorrências. Durante este período a cidade teve 10.000 mortes por cólera em uma população de 2,5 milhões de habitantes (TEBBUTT, 1977. 201p.). A partir desta comprovação do médico inglês, originou-se a criação do Conselho de Proteção das Águas do Rio Tâmsa em 1857, que definiu os investimentos de engenharia de saúde pública, pertinente ao tratamento de água e rede coletora de esgoto, resultando em 1870, na eliminação de focos de doenças de veiculação hídrica na capital inglesa.

A ocorrência de doenças como cólera, febre tifóide, giardíase, amebíase, hepatite A, diarreia, são constantes entre os indivíduos das camadas mais pobres da sociedade, pois são desprovidos de infra-estrutura sanitária em seus bairros, condição fundamental, para manter os níveis mínimos de um ambiente saudável e equilibrado, evidenciando a iniquidade social existente no país e contribuindo para a diminuição da qualidade de vida da população.

A qualidade de vida é um conceito intrinsecamente ligado à qualidade ambiental, diferenciando-se, particularmente, em função da individualidade do sujeito. A compreensão da qualidade ambiental implica a aceção coletiva de todos os elementos do ambiente, numa visão sistêmica, enquanto a qualidade de vida, embora não possa

renunciar ao aspecto coletivo das relações, refere-se ao modo de vida de cada indivíduo.  
( FEITOSA, A.; TROVÃO, J. R.,2006.207p.).

Segundo Teixeira et. al. , o saneamento possui um impacto profundo na qualidade de vida de uma população, interagindo com questões culturais, econômicas e políticas de uma determinada região. A carência de investimentos nesse setor acaba ocasionando, entre outras coisas, um aumento da incidência de casos de doenças relacionadas com as condições sanitárias em geral, interferindo negativamente no bem estar da população.

Os principais problemas encontrados no setor de abastecimento de água no Continente Americano, segundo a Organização Pan-Americana de Saúde - OPAS, são: instalações em mau estado de conservação, deficiência no sistema de desinfecção, contaminação das águas superficiais e subterrâneas, em face da falta de infra-estrutura nos sistemas de esgoto sanitário, inadequada tratamento dos resíduos sólidos com repercussão no abastecimento de água, na irrigação e em outros usos que interfira na saúde da população.

Durante a última década, problemas de escassez e poluição da água têm exigido dos governos e da sociedade em geral uma maior atenção para o assunto. Expressivos avanços foram alcançados ao longo dos últimos 40 anos, quando o Brasil ampliou seus sistemas de abastecimento de água para servir uma população adicional de 100 milhões de habitantes, enquanto mais de 50 milhões de brasileiros passaram a ter acesso a serviços de esgotamento sanitário (AZEVEDO et al., 2003. 52p.).

No Brasil, assim como, em vários países da América Latina, as gastroenterites e as doenças diarréicas figuram entre as dez principais causas de mortalidade, sendo responsáveis por cerca de 200.000 mortes ao ano sem incluir as causadas pela febre tifóide, hepatite A e outras similares, todas de transmissão hídrica.

No Estado do Maranhão foram notificados pela Secretaria Estadual de Saúde, só ano de 2005, 294 casos de óbitos de crianças de 0 a 10 anos com doenças infecciosas intestinais, enquanto que, na capital São Luís, foram registrados 31 casos, todos por doenças de transmissão hídrica. Presume-se que esses números são muito maiores, tanto em nível estadual quanto na capital, uma vez que, nem todos os casos são diagnosticados pelas doenças de transmissão hídrica ou repassados os registros para o Sistema de Notificação da rede Estadual de Saúde.

Quando se procura entender o comportamento das doenças de veiculação e/ou origem hídrica em uma comunidade, se depara com inúmeros fatores envolvendo hábitos higiênicos, acondicionamento e distribuição inadequada da água, as não conformidades com o padrão de potabilidade, entre outros, associados ao abastecimento de água dessa comunidade.

Diante dos riscos ora expostos, surgiu a necessidade de avaliar a qualidade da água para o consumo humano, na área urbana de São Luís, assim como, a identificação das fragilidades dos sistemas de abastecimento que fornecem água para a população. Teve como intuito sugerir medidas para uma gestão correta da água com o acompanhamento do controle das instalações desses sistemas, identificando o déficit e as prioridades no fornecimento dos serviços de água à população, com o objetivo de sanar os riscos e agravos à saúde humana, e ainda a identificação dos bairros com maior ocorrência de doenças de veiculação hídrica, onde foi possível avaliar o abastecimento público de água ofertado nesses bairros e o perfil socioambiental dessas famílias.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar a qualidade da água para consumo humano da área urbana de São Luis, fornecida pelos sistemas de abastecimento recomendando medidas que apóiem a gestão pública dos recursos hídricos, do meio ambiente e ações de saúde, educação e mobilização social visando o acesso à água de qualidade saudável para a população.

#### **2.1.1 Específicos:**

- Coletar e analisar amostras de água fornecidas pelos sistemas que abastecem a área urbana de São Luis;
- Avaliar as condições sanitárias dos sistemas de abastecimento de água, visando identificar os riscos à saúde;

- Levantar e mapear as notificações de doenças de veiculação hídrica com maior ocorrência em São Luis, correlacionando-as com os resultados das amostras de água fora dos padrões;
- Encaminhar este documento recomendando alternativas visando à proteção da saúde humana e ambiental, aos órgãos responsáveis pelo controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano.

### **3 PROBLEMATIZAÇÃO**

Como está a qualidade da água que a população urbana de São Luis está consumindo e a eficiência dos sistemas de abastecimento?

### **4 HIPÓTESES**

4.1 A qualidade da água consumida pela população urbana de São Luis não atende aos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde (Portaria MS nº 518/84).

4.2 Os sistemas de abastecimento de água possuem fragilidades operacionais e socioambientais que interferem na qualidade da água para a população.

### **5 DEFINIÇÕES SOBRE O TEMA**

- Água Potável: água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde.
- Qualidade da Água de Consumo Humano: O conceito de qualidade da água encontra-se relacionado ao uso e às características apresentadas pela água, por sua vez determinadas pelas substâncias (parâmetros) nela presentes. A cada uso da água corresponde uma

qualidade e quantidade, necessárias e suficientes, onde o padrão de potabilidade da água é composto por um conjunto de características (parâmetros) que lhe confira qualidade própria para o consumo humano. (LACEN-BA)

- Sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão.
- Controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelo(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição.
- Vigilância da qualidade da água para consumo humano: conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende a esta Norma e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana. (Anexo I – Portaria MS nº 518/04).
- Área urbana: Conforme o IBGE, área urbana é a área interna ao perímetro urbano de uma cidade ou via, definida por lei municipal. A área urbana está concentrada em 25% da área geográfica do Brasil e representa 81% da população total do país. (IBGE, acesso abr/2008).

## **6 REVISAO DA LITERATURA**

Vários estudos já foram realizadas em todo o mundo, com o objetivo de avaliar a qualidade da água de consumo humano, de acordo com as legislações vigentes, distribuídas pelos sistemas de abastecimento de água, com o intuito de identificar as fragilidades dos sistemas e minimizar e/ou sanar os riscos em que a população está submetida, assim como a discussões em nível internacional, sobre a eficiência na gestão dos recursos hídricos, tendo como tema principal a água como patrimônio comum, cujo valor deve ser reconhecido por todos.

Foi realizada uma pesquisa 2002, com o objetivo mostrar o método do substrato definido - cromogênico como uma alternativa de um novo tipo de análise bacteriológica que conjuntamente com a avaliação do cloro residual, permite às Secretarias Municipais de Saúde exercerem o monitoramento da qualidade água de consumo humano. Para a pesquisa, foram selecionados os municípios de Quatis e Quissamã, no Estado do Rio de Janeiro, onde foi avaliado a qualidade da água e como resultado foi constatado a vulnerabilidade da água distribuída à população pelos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) coletivos, indicando a necessidade de investimento nos controles operacionais das Estações de Tratamento de Água (ETA) e melhoria da manutenção das redes de distribuição. A aplicação do método bacteriológico associado com a verificação da dosagem do cloro residual demonstrou a existência de problemas de contaminação/poluição das águas distribuídas à população. Tais problemas decorrem principalmente da falta e/ou inexistência de equipamentos de análises para o controle do tratamento, falhas na aplicação e controle da solução desinfetante além da falta de rotina de verificação do estado de conservação/manutenção da rede de distribuição de água. (JUNIOR FERREIRA, L.G., 2002).

A “Conferência da Água”, organizada em 1977, em Mar Del Plata (Argentina), também pela ONU, tem neste percurso um papel simbólico, na medida em que propôs um “Decênio Internacional de Abastecimento de Água Potável e Saneamento”, para decorrer entre 1981-1990. Estabelecem um “plano de ação”, com uma série de medidas para assegurar o acesso da população mundial a águas controladas (abastecimento de água potável e garantia de saneamento básico), defendendo para isso um esforço concentrado dos países da comunidade internacional.

Conforme dados do IBGE, as empresas brasileiras de abastecimento de água apresentam índices de perda de água tratada de até 60%; nos países centrais esses índices chegam a no máximo 20%. Informa ainda que o Brasil é um dos campeões de desperdício de água no mundo, chegando a perder cerca de 40% de toda a água tratada que produz, ou seja, todos os anos são jogados fora cerca de 4,16 bilhões de m<sup>3</sup>.

O Instituto Socioambiental – ISA, em novembro de 2007, realizou pesquisa sobre o abastecimento de água e esgotamento sanitário nas capitais brasileiras e constatou que a média de consumo/per capita nas capitais é de 150 litros/habitante/dia. As cidades de Vitória, Rio de Janeiro e São Paulo apresentam os maiores consumos por habitantes do país (todas superiores a

220 litros/hab/dia). Maceió, Recife e Rio Branco apresentam os menores consumos. A ONU recomenda 110 litros/habitante/dia, e as normas brasileiras definem, para efeitos de cálculo de redes, 150 litros/habitante/dia. Nessa pesquisa os dados referentes a São Luis, se apresentam da seguinte forma: o consumo médio da capital é de 146 litros/habitante/dia, e está em 3º lugar em relação as capitais nordestinas, perdendo somente para João Pessoa e Aracaju que possuem cada uma, consumo médio mensal de 150 L/hab/dia. No cenário das capitais brasileiras, São Luis ocupa o 11º lugar em consumo/*per capita* de água. Demonstra, portanto que o nível de desperdício em São Luis é bastante acentuado, necessitando de políticas públicas voltadas para a promoção de medidas mitigadoras do desperdício de água na capital. Com a quantidade de água desperdiçada, daria para abastecer em torno de 1.286.003 pessoas

Há mais de cinco anos o abastecimento de água, na cidade, é realizado em dias alternativos em vários bairros, como claro sinal de alerta para a capacidade de suporte dos recursos hídricos consumidos. Pois, segundo a Companhia de Abastecimento de Águas e Esgotos do Maranhão – CAEMA (2007), 91% da população, ou seja, 931.191 habitantes recebem água tratada. Entretanto, em relação à coleta de esgoto, são beneficiadas apenas 387.000 pessoas, representando 38,6% da população da Capital. De acordo com o IBGE, com relação aos óbitos registrados na cidade, em 2006, foram 352 óbitos por doenças infecciosas e parasitárias, representando o 3º lugar dentre as maiores causa de mortes. Dois aspectos são problemáticos na gestão dos recursos hídricos em São Luis, o rodízio no abastecimento e/ou ausência de água, uma realidade em vários”. bairros residenciais; e a ineficiência na cobertura da rede de esgoto. Conclui-se que há uma relação direta entre doenças infecciosas e parasitárias (de veiculação hídrica), registradas na cidade; e a ineficiência do serviço de saneamento ambiental, comprometendo a saúde dos moradores. (RODRIGUES, Z.M. R.2007)

## **7 LEGISLAÇÃO APLICADA**

Poucos são os registros sobre a atenção das autoridades de saúde do Brasil à questão da qualidade da água para consumo humano. Somente na década de 20, com o Decreto n. ° 3.987 de 02/01/1920, foi criado o Departamento Nacional de Saúde Pública - DNSP, com base no que então se denominava de “Reforma Chagas”, que houve reorganização dos serviços de saúde do país.

Com fundamentação na Lei nº 6.229/75 que dispunha do Sistema Nacional de Saúde e a Conferência Pan-Americana sobre qualidade de água para consumo humano, o governo federal resolve promulgar o Decreto nº 79.367/77, de competência do Ministério da Saúde, para elaborar normas e padrão de potabilidade de água para consumo humano a serem observadas em todo território nacional. Ressalta-se que o cumprimento das normas que trata o Decreto, assim como elaboração de normas sanitárias sobre proteção de mananciais, serviços de abastecimento de água, instalações prediais de água e controle de qualidade de água de sistemas de abastecimento público, compete ao Ministério da Saúde em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados, Distrito Federal e Municípios . Ainda em 1975, foi criada a Portaria MS n.º 635/75, que aprova as normas e padrões sobre fluoretação de águas nos Sistemas de Abastecimento de água.

A partir desse Decreto o Ministério da Saúde aprovou várias outras legislações referentes à água para consumo humano, mas somente com a aprovação da Portaria nº 56/77, que se constituiu a primeira legislação federal sobre os padrões de potabilidade. Em 1978, o Ministério da Saúde elabora normas sobre proteção sanitária dos mananciais, dos serviços de abastecimento público e seu controle de qualidade e das instalações prediais, aprovada pela Portaria nº 443/78.

Antes da promulgação da Constituição Federal de 1988, o Ministério da Saúde, havia institucionalizado em 1986 o “Programa nacional de vigilância da qualidade da água para consumo humano- VIGIAGUA” com a aprovação do Decreto Federal 92.752/86. Ressalta-se ainda a publicação da Resolução CONAMA nº 20, que estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes.

A Constituição Federal de 1988 constitui o SUS – Sistema Único de Saúde que tem como princípio que a saúde é um direito de todos e dever do Estado, onde reza no seu Art. 200 que: ao Sistema Único de Saúde compete , além de outras atribuições, nos termos da lei, VI - Fiscalizar e inspecionar alimentos compreendido o controle de seu teor nutricional, bem como, bebidas e águas para consumo humano.

Os dispositivos legais do SUS editados posteriormente à Constituição, como a Lei 8.080/90 (Lei Orgânica da Saúde), reforçam ainda mais a responsabilidade do setor saúde no que

se refere à fiscalização da águas destinadas ao consumo humano. Lê-se no texto da Lei, no seu Artigo 6º Estão incluídas ainda no campo de atuação do Sistema Único de Saúde – SUS: VIII - A fiscalização e a inspeção de alimentos, águas e bebidas para consumo humano. E ainda no capítulo que trata dos Princípios e Diretrizes, diz o Artigo 7º As ações e serviços públicos de saúde e os serviços privados contratados ou conveniados que integram o Sistema Único de Saúde (SUS), são desenvolvidos de acordo com as diretrizes previstas no art. 198 da Constituição Federal.

Portanto, há que se considerar que a água de consumo humano é uma preocupação das autoridades legisladoras, uma vez que está presente com frequência habitual nos textos das normas de proteção à saúde e ao ambiente.

O poder executivo, por meio dos seus Ministérios e Secretarias tenta viabilizar programas e projetos relacionados à qualidade da água para consumo humano, intensificando os pactos de gestão entre União, Estados e Municípios, para que estes cumpram metas previstas nos programas de governo. Dentre as metas alcançadas pelo Programa Nacional de Vigilância da qualidade da água para consumo humano, pode-se citar a revisão da Portaria nº56/77, após ampla consulta entre os órgãos ambientais e de saúde, o qual resultou na elaboração das normas e do padrão de potabilidade de água para consumo humano, com a publicação da Portaria nº 36/90.

O novo arcabouço jurídico que passou a nortear a política de saúde no Brasil exigiu o redesenho da estrutura do Ministério da Saúde reorganizado por meio do Decreto Federal nº109/91, que cria a Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária – SNVS, que através da sua Divisão de Ecologia Humana e Saúde Ambiental, continua a coordenar o Programa VIGIAGUA. Em 1998, inicia-se a elaboração da política nacional de Saúde Ambiental.. Com a proposta de estruturação sistêmica de vigilância em saúde ambiental na FNS, passa aquele órgão a assumir a atribuição de definir as políticas públicas do setor saúde, quanto ao VIGIAGUA.

Em 2000, a FNS passa a denominar-se FUNASA, por meio do Decreto Federal nº 3.450/00. Daí iniciou um processo de implementação de algumas ações para viabilizar o desenvolvimento das ações de vigilância da qualidade da água de consumo humano, com destaque para a criação de um sistema de informação sobre qualidade da água, o Sistema de Informação sobre a qualidade da água - SISAGUA, assim como a revisão da Portaria nº 36/90, que deu-se através de um processo democrático, onde todos tiveram a oportunidade de se

manifestar. O resultado foi a publicação em 20 de dezembro de 2000, da Portaria nº 1.469/00 que estabelece procedimentos relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A Instrução Normativa nº01/2001 foi instituída para regulamentar a Portaria nº 1399/99, no que se refere às competências da União, estados, municípios e Distrito Federal, na área de Vigilância em Saúde Ambiental, compreendendo o conjunto de ações e serviços prestado por órgãos e entidades públicas e privadas relativos à vigilância em saúde ambiental, visando ao conhecimento e detecção ou a prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana.

Em 2002, a Portaria 1.469/00 que estabelece no Artigo 2º, o prazo máximo de 24 meses contados a partir de sua publicação, para que as instituições ou órgãos aos quais essa norma se aplica, promovam as adequações necessárias ao seu cumprimento, portanto entrou em vigor em dezembro de 2002.

Em 2003 a Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano (VIGIÁGUA) passa a ser coordenada diretamente pela Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) no âmbito do Ministério da Saúde por meio do Decreto nº 4.726/2003, que trata da elaboração de normas e definição do padrão de potabilidade de água para consumo humano a serem observados em todo o território nacional, por meio da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM/MS).

Em 2004 foi aprovada a Portaria MS nº 518 de 25 de março de 2004, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e revoga a Portaria nº1.469/00.

Em 2005, foi instituído o Decreto nº 5.440 de 04 de maio de 2005, que é um resultado de um longo processo iniciado em 2000, com a revisão da antiga Portaria nº 36/90, que reza em seu texto a garantia ao consumidor do direito à informação sobre a qualidade da água a ele fornecida. No ano seguinte, a Portaria nº 22/06, institui o Comitê Técnico do VIGIAGUA, para tratar de assunto de interesse aos problemas levantados pelos Estados sobre o VIGIAGUA. No mesmo ano inicia-se a revisão da Portaria nº518/04. Foi instituída em 05 de janeiro de 2007, a

Lei nº 1145/07, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Para os efeitos desta Lei, apresenta no seu texto legal, a conceituação dos seguintes itens: saneamento básico; instalações operacionais de: abastecimento de água potável e esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

No âmbito Estadual, a Superintendência de Vigilância Sanitária do Maranhão deu início no ano de 2000 ao Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – VIGIÁGUA, criado pela Portaria nº 78 de julho de 2002, a responsabilidade pelo Programa ficou a cargo da Superintendência de Vigilância Sanitária, por meio do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental, com o objetivo de realizar o controle, vigilância, inspeções e treinamento como ações prioritárias de prevenção à saúde.

Visando ampliar, fundamentar e realizar ações de promoção e proteção à saúde da população e para eliminar ou reduzir a exposição humana a fatores ambientais prejudiciais à saúde, a Secretaria de Estado da Saúde através da Superintendência de Vigilância Sanitária resolve implantar a Vigilância em Saúde Ambiental, de acordo com o Decreto nº 20.812 de 06 de outubro de 2004 e publicada no DOU de 18 de outubro de 2004, p.30 do Estado do Maranhão. Tendo como embasamento a Instrução Normativa nº 1, de 07 de março de 2005, que Regulamenta a Portaria MS nº 1.172/2004/GM, estabelecendo as principais atribuições da União, Estados, Municípios e Distrito Federal, descrevendo as ações específicas da Vigilância em Saúde Ambiental -VSA e as medidas de prevenção e controle dos fatores de riscos físicos, químicos e biológicos do meio ambiente relacionado à doença e agravos à saúde.

O Programa de VIGIÁGUA passou a ser de responsabilidade da VSA, devendo ser uma atividade rotineira, preventiva de ação sobre os sistemas públicos e soluções alternativas de abastecimento de água a fim de garantir o conhecimento da situação da água para consumo humano, resultando na redução das possibilidades de enfermidades transmitidas pela água utilizada para consumo humano.

No âmbito municipal, São Luis prevê nas legislações que tratam da estruturação do município, regulação e planejamento ordenado das cidades, ações voltadas para a prevenção e proteção da saúde e do ambiente, no caso ora em questão, do abastecimento público de água, proteção dos seus mananciais de captação, manutenção de ambientes salubres com objetivo de diminuir riscos à saúde da população.

Das legislações supra, destacam-se a Lei Orgânica do Município de São Luis, promulgada pela Câmara dos Vereadores em 05 de abril de 1990, norma esta que regula a a estruturação do espaço urbano, prevê ainda permissões e proibições, práticas que estabelecem limites na convivência diária entre moradores do município. Dispõe, portanto na Seção IV, que trata do Meio Ambiente, referência aos recursos hídricos e abastecimento de água o seguinte:

Art. 195. O Município destinará o uso dos recursos hídricos naturais prioritariamente a:

I- abastecimento;

II- irrigação.

Art. 192. A coibição de qualquer atividade que implique riscos de erosão, enchentes, proliferação de vetores e comprometimento da qualidade da água ou qualquer outro tipo de risco à qualidade de vida da população.

Cita-se ainda o Projeto de Lei nº 4.669 de 27 de setembro de 2006, que trata do Plano Diretor do Município de São Luis, principal instrumento normativo e orientador da política de desenvolvimento urbano e rural com sustentabilidade sócio-ambiental. No seu capítulo III, da Política de Saneamento Ambiental, versa o seguinte texto sobre abastecimento de água no município.

Art. 97. O Município de São Luís instituirá uma Política Municipal de Saneamento Ambiental objetivando:

IV - o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, gestão integrada dos resíduos sólidos, drenagem e outros serviços realizados de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

Art. 106. A prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário de interesse local é competência do Poder Público Municipal, que poderá exercê-la diretamente ou mediante contrato de concessão com órgãos ou empresas públicas, sendo vedada a concessão parcial ou total desses serviços à iniciativa privada.

Art. 107. Lei específica disciplinará o contrato de concessão, que terá como objeto a delegação da prestação dos serviços de saneamento ambiental em todo o território do Município de São Luís.

As responsabilidades pela execução dessas atividades são das Secretarias de Saúde e das Secretarias Meio Ambiente, tanto municipais, quanto Estaduais. As ações relativas ao abastecimento público de água no município, são realizadas pela Vigilância Sanitária, órgão ligado à Secretaria de Saúde. Tais ações estão previstas na Lei nº 3.546 de 05 de agosto de 1996, que dispõe sobre a Vigilância Sanitária no Município de São Luís e dá outras providências. Essas ações já vinham sendo realizadas, mas de forma incipiente, antes da implantação do Programa VIGIAGUA – Vigilância da Qualidade da Água de Consumo Humano, uma vez que não possuíam os instrumentos necessários para avaliação eficaz da qualidade da água distribuída à população. Esses instrumentos só se fizeram presentes na criação da Portaria MS 518/04, quando

previsto a coleta de amostras de água para consumo humano e inspeções nos sistemas de abastecimento público, permitindo tal avaliação. Vale ressaltar o que definem os artigos da legislação sanitária de São Luis, que tratam do abastecimento de água no município, como segue:

Art. 130 - A vigilância sanitária fará cumprir as normas técnicas que estabelecem os requisitos sanitários mínimos, sobre proteção de mananciais, dos serviços de abastecimento público de água destinada ao consumo humano, das instalações prediais e do destino final do lixo e dejetos;

Art. 132 – É vedado, no Município de São Luis, o lançamento de detritos domésticos, comerciais e industriais nos rios, córregos e lagos;

Art.133 – A vigilância sanitária exercerá o controle sobre os sistemas públicos de abastecimento d'água destinada ao consumo humano, para verificação do cumprimento das normas sobre fluoretação e cloração.

Art. 140 – Os projetos de sistemas de abastecimento d'água e coleta de esgotos destinados a fins públicos ou privados deverão ser elaborados em obediência às normas e especificações baixadas pelo órgão técnico encarregado de examinar, sendo vedada a instalação de tubulações de esgoto em locais que possam representar risco de contaminação da água potável.

As ações previstas na citada legislação sanitária municipal, de acordo com o que reza as disposições preliminares previstas no seu art.1º, terão as suas normas e padrões aprovados pelo Governo Federal, onde serão empregados os meios e recursos disponíveis no município, adotados os métodos científicos e tecnológicos, respeitando os preceitos legais e regulamentares editados, com o intuito de garantir maior controle e eficácia na manutenção da saúde da população.

Há que se considerar ainda, a importância da legislação ambiental em conformidade com a legislação sanitária, uma vez que uma reflete diretamente na outra no que pertine às consequências perfeitamente evitáveis no cumprimento destas, tanto ao meio ambiente quanto a saúde pública. Como instrumento de gestão, a legislação ambiental assume grande importância por disciplinar as ações sociais e econômicas e impor limites à conduta dos indivíduos e do Estado. A partir de 1981, estabeleceu-se a responsabilidade civil objetiva para os danos causados ao meio ambiente. Na esfera repressiva, temos os crimes ambientais, regidos pela Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe de sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Por último, desde 1985 o ordenamento jurídico brasileiro passou a aceitar a legitimação para agir de agentes intermediários, como as associações e o Ministério Público, que, via ação civil pública, podem ingressar em juízo para proteger o meio ambiente.

Dentre a grande diversidade de leis desenvolvidas para o controle ambiental, destacam-se a Lei nº6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre as diretrizes da Política Nacional de Meio Ambiente e o art. 225 da Constituição Federal de 1988, que estabelecem as diretrizes para a gestão do meio ambiente no país através da divulgação de conceitos, definição da estrutura do Sistema Nacional de Meio Ambiente(SISNAMA), punições por danos causados ao meio ambiente, dentre outras coisas. Esses foram importantes marcos regulatórios que foram utilizados como desenvolvimento de gestão ambiental pública no país. Importante mencionar ainda, outros regulamentos importantes no controle ambiental:

- Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 que define os critérios para se identificar as situações onde há necessidade da realização da Avaliação de Impacto Ambiental e como ela deve ser feita pela obtenção da licença ambiental de empreendimentos poluidores e degradadores do meio ambiente; esta resolução também define, no seu art.2º, que as atividades modificadoras do meio ambiente, dependerá de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo relatório de impacto ambiental – RIMA, devidamente submetidos à aprovação do órgão estadual competente;
- Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986 que estabelece a classificação, segundo seus usos preponderantes, em nove classes, das águas doces, salobras e salinas, no território nacional. Esta Resolução merece uma atenção especial, uma vez que trata das águas doces, destinadas ao abastecimento doméstico, seus limites e condições bacteriológicas permitidas;
- Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 que dispõe da classificação dos corpos d'água de acordo com os seus usos preponderantes e padrões para o lançamento de efluentes;
- Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985, trata das áreas de reserva ecológica e áreas de florestas de preservação permanente, dentre as quais estão o leito e nascente dos rios;
- Lei Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, também conhecida como Lei das Águas, Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, que define a estrutura de gerenciamento para este recurso e institui importantes princípios como a adoção da

bacia hidrográfica, como unidade de planejamento, usos múltiplos e reconhecimento do valor econômico da água, gestão descentralizada e participativa, e, por último, em caso de escassez de recursos hídricos, o seu uso preferencial será para o abastecimento humano e a dessedentação de animais;

- Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC);
- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, institui o Código Florestal Brasileiro, o qual destacam-se artigos 1º, II, parágrafo 2º, que trata de descrever áreas de proteção permanente, entre elas, os recursos hídricos, com intuito de assegurar o bem-estar da população; art. 2º, alíneas a), b) e c), estabelecendo os limites das áreas de preservação ambiental; e ainda o art. 4º, que trata da supressão da vegetação em casos excepcionais, ou seja, de utilidade pública ou de interesse social, quando não existir outra alternativa locacional ao empreendimento.

No Estado do Maranhão, a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA, publicou em 15 de junho de 2004, a Lei Estadual nº 8.149, que inclui em seu contexto assuntos da mais alta relevância nas questões das águas, como o estabelecimento de normas de proteção das áreas de recarga de aquíferos. Foram realizadas duas audiências públicas na revisão do texto da Lei, antes de ser enviada à Assembléia Legislativa para aprovação, a fim de contemplar as contribuições e críticas ao Projeto de Lei.

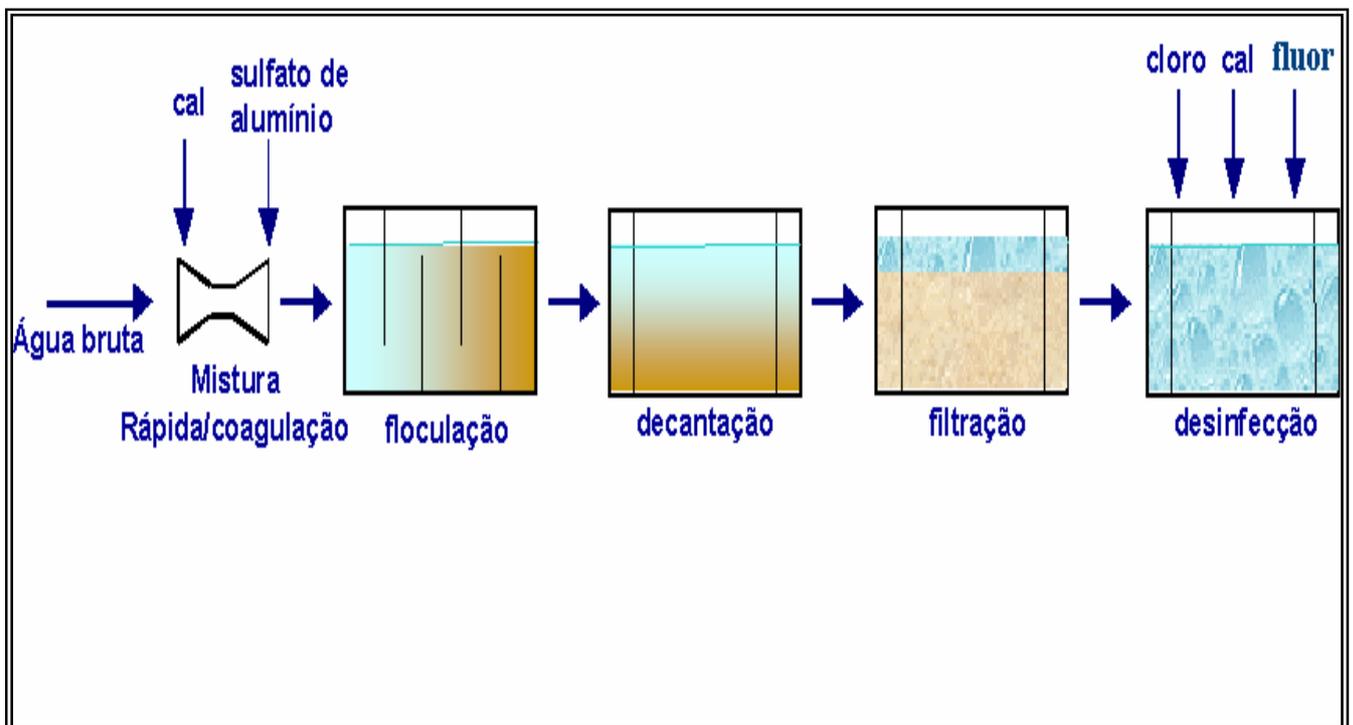
Nota-se que a legislação ambiental brasileira é bastante atualizada e desenvolvida no que pertine às questões ambientais. Entretanto, enfrenta dificuldades na sua execução, uma vez que há grande escassez de recursos financeiros e humanos nos órgãos ambientais de fiscalização, assim como, a falta de integração entre os órgãos inter e intra governamentais com outros setores com a justificativa de que estas restringiriam o sucesso dos planos a serem implantados. (MOTTA, 1996).

## **8 UNIDADES QUE COMPÕEM UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA CONVENCIONAL**

Importante discorrer sobre as unidades que compõem um sistema de abastecimento público de água, para que haja um melhor entendimento das etapas do processo de tratamento, o seu funcionamento até o consumo, pela população.

Por sistema de abastecimento entende-se como sendo a instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão.(Portaria MS 518/04).

Figura 1 Esquema de uma Estação de Tratamento de Água Convencional



Fonte: Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde, 2004.

Um sistema de abastecimento de água, para atingir seus objetivos funcionais de assegurar a potabilidade da água de consumo humano, deverá atender a requisitos mínimos que variam desde a sua concepção, construção até a sua operação. Esta deverá estar distribuída em etapas sincronizadas que envolvem clarificação, que consiste na remoção de cor e turbidez e a desinfecção, que nada mais é do que a remoção de patógenos, remoção de substâncias orgânicas e inorgânicas além da remoção de odor e sabor; a fim de tornar a água própria para consumo humano, por meio de processos de tratamento viáveis economicamente.

No processo de operacionalização do tratamento da água, há de se considerar todo seu percurso da fonte ao consumo propriamente dito. As informações sobre as unidades que compõem um sistema de abastecimento de água e seu funcionamento citados neste capítulo, são extraídos do Manual de Boas Práticas no Abastecimento de Água do Ministério da Saúde, editado em 2006, o qual discorre sobre a importância de se estabelecer diretrizes sobre adoção de boas práticas no abastecimento de procedimentos para a minimização de riscos à saúde.

O manancial representa a fonte ou a origem da água, em estado bruto, utilizada para o abastecimento, por meio de processos de tratamento, podendo apresentar-se de três formas:

- Água superficial: corpos de água formados pela água que escorre sobre a superfície do solo, como os córregos, rios, lagos.
- Água subterrânea: formada pela água que se infiltra e se movimenta abaixo da superfície do solo, no interior da crosta terrestre, e que se manifesta por meio de nascentes, poços rasos, poços profundos, drenos.
- Águas pluviais: são as águas que se precipitam em direção à superfície do planeta e é aproveitada antes que atinja essa superfície, durante as chuvas.

Definida a fonte, inicia-se a etapa que constitui a captação da água no manancial. Nesta fase do processo, busca-se coletar de modo adequado as águas naturais de nascentes, represas ou depósitos subterrâneos, que variam conforme as condições locais, hidrológicas, topográficas e, para as águas subterrâneas, também segundo condições hidrogeológicas.

Entendida como parte de um todo, a captação consiste na primeira unidade do sistema de abastecimento de água e do seu constante e bom funcionamento, depende o desempenho de todas as unidades subsequentes. A concepção de uma unidade de captação deve considerar que não são admissíveis interrupções em seu funcionamento. A concepção e a escolha do local de captação da água devem assegurar condições de fácil entrada da água em qualquer época do ano, assegurando, tanto quanto possível: a melhor qualidade da água do manancial; a garantia de seu perfeito funcionamento; a proteção contra danos e obstruções; facilitar a operação e manutenção ao longo do tempo; prever proteção contra inundação.

## 8.1 Captação de águas superficiais

Na elaboração de projetos de captação de águas superficiais, as várias características quantitativas e qualitativas dos cursos d'água devem ser avaliadas. Algumas das mais importantes são: levantamento de dados hidrológicos da bacia em estudo ou de bacias próximas; o levantamento de dados do curso d'água em estudo e informações sobre as oscilações de nível de água nos períodos de estiagem e enchente; as características físicas, químicas e bacteriológicas da água, assim como a localização, na Bacia, de focos poluidores atuais e potenciais.

É importante salientar ainda, a importância sobre a escolha do local de captação das águas, para evitar riscos à saúde da população a ser abastecida. Tal escolha deve ser antecedida da avaliação de alguns fatores como: a distância do curso d'água à estação de tratamento de água, onde devem ser priorizados os trechos retilíneos do curso d'água, deve-se evitar ainda, a localização da captação na parte convexa das curvas, por causa dos sedimentos que podem ficar ali depositados, prejudicando a adução; fazer o levantamento da necessidade de estações elevatórias; avaliar a disponibilidade de energia elétrica para alimentação de motores-bomba dos sistemas; a facilidade de acesso até o manancial, para que possa ser avaliada as condições do entorno do curso d'água, assim como a facilidade para a manutenção das bombas de captação de água bruta.

Vejamos ainda, alguns mecanismos de captação que são utilizadas nas águas superficiais, que são compostas, geralmente por barragens, que servem para manutenção do nível da água ou para regularização da vazão; alguns dispositivos de tomada d'água para impedir a entrada de materiais flutuantes, ou em suspensão na água, como resíduos sólidos, por exemplo; dispositivos para controlar o volume de entrada de água; canais ou tubulações de interligação e órgãos acessórios para condução da água; construção da casa de bombas para alojar os conjuntos elevatórios, quando necessário. Os reservatórios de elevação de nível são utilizados para facilitar a retirada da água, permitindo a submersão permanente de canalizações e válvulas de todas de pé de bombas, em cursos d'água pouco profundas.

## **8.2 Captação de águas subterrâneas**

### **8.2.1 Lençol freático**

A captação do lençol freático deve garantir vazão constante e contínua, sem prejudicar a qualidade da água a ser distribuída. Há dois principais tipos de captação do lençol freático, que devem ser levados em consideração quanto as suas particularidades, tais como: a captação de fonte aflorante (ou de encosta), onde são utilizadas caixas de tomada convenientemente protegidas que, instaladas no local do afloramento, recolhem diretamente a água do lençol, ou indiretamente através de uma canalização simples perfurada ou com ramificações que penetram o lençol adentro; a captação de fonte emergente, onde é utilizado geralmente, um sistema de drenagem superficial, denominado de galeria de infiltração. A solução consiste de um sistema de drenos, que termina em um coletor central, através do qual a água é encaminhada a um poço.

Entretanto, apesar da captação da água ser de lençóis subterrâneos, ou seja, os riscos de contaminação são bem menores, em relação à captação de águas superficiais, que estão mais suscetíveis a contaminantes ambientais. Portanto, alguns cuidados são necessários na instalação dessas captações como: as caixas de coleta devem possuir abertura de inspeção com tampa e extravasores e tubulações de limpeza de fácil acesso; a área em torno da caixa deve ser isolada, para impedir a proximidade de pessoas estranhas e animais; no caso de existirem nas proximidades áreas de cultivo, deve ser vedado o uso de adubos de origem animal ou produtos tóxicos que possam ser carreados para o sistema.

Há ainda, muito comum principalmente em áreas rurais, a captação do lençol freático através do poço raso ou também conhecido como poço freático, que é uma escavação, geralmente circular, com diâmetro variando entre 0,80 a 2,00 m e com profundidade de acordo com a localização do lençol freático. Outro fator importante, é a localização desses poços, que devem atender a alguns requisitos básicos: como o afastamento de locais inundados por água de chuva; situar-se muito próximo ao local de consumo; localizar-se o mais longe possível e acima de qualquer fonte potencialmente poluidora, como fossas e depósito de resíduos sólidos, por exemplo; e ainda medidas de proteção desses poços, com paredes impermeabilizadas, cobertura

com tampa, caixa do poço que ultrapasse o nível do solo, para evitar contaminação de fontes externas.

### 8.2.2 Lençol confinado

Para a captação de água do lençol confinado, é necessário a perfuração de poços para que a água aflore ou de forma natural em decorrência da pressão ou aduzida através de bomba de sucção para atingir o nível piezométrico.

- Poço profundo ou artesiano – A escavação dos poços profundos exige mão-de-obra e equipamentos especiais. São as seguintes as etapas para a construção do poço: operação de perfuração que utiliza diferentes métodos (percussão, rotativo, ar comprimido), dependendo da profundidade e diâmetro do poço e da natureza do terreno; a instalação da tubulação de revestimento, que destina-se especificamente a suportar desmoronamentos e a impedir a entrada, no poço, de água com características indesejáveis; a colocação de filtro, que é indispensável no tratamento. Trata-se de peças tubulares perfuradas, colocadas no prolongamento dos tubos de revestimento e junto às camadas geológicas que contêm água, de modo a evitar a presença de materiais indesejáveis durante a sucção; a cimentação, que é o enchimento colocado entre a parede natural do terreno e a tubulação de revestimento para impedir a passagem / infiltração da água da superfície; o teste de bombeamento, que é efetuado para avaliar as condições hidrodinâmicas do aquífero, como vazão máxima, rebaixamento do nível da água etc; e por fim a instalação do equipamento de bombeamento.

A relação entre o tipo de captação e o tipo requerido de tratamento de água pode ser evidenciada ao se examinarem as normas que regulamentam o uso das águas para o abastecimento público no Brasil, segue mais detalhado na Tabela, a seguir.

A resolução nº 20 do CONAMA de 1986, que classifica as águas doces, salobras e salinas no Brasil, estabelece o tipo de tratamento requerido para as águas destinadas ao abastecimento público de acordo com a classificação: classe especial (desinfecção), classe 1 (tratamento simples) e classes 2 e 3 (tratamento convencional). A classe especial, de forma evidente, pressupõe usos mais nobres e padrões de qualidade mais rigorosos. A ABNT NBR 12.216/92, que estabelece as condições para a elaboração de projetos de estações de tratamento de água - ETAs, recomenda determinadas tecnologias de tratamento de água conforme o tipo do manancial. (OLIVEIRA, Erica Ramalho et al.).

**Tabela 1A - Tipos de águas naturais e tecnologias de tratamento destinadas à produção de água potável recomendadas pela ABNT NBR 12.216/92**

<b>Tipo</b>	<b>Definição</b>	<b>Características</b>	<b>Tratamento necessário</b>
A	Águas superficiais (*) ou subterrâneas provenientes de bacias protegidas e de acordo com padrões de potabilidade	- DBO <sub>5</sub> (média < 1,5) - CT (média mensal 50 a 100) - pH (5 - 9) - Cloretos (< 50) - Fluoretos (< 1,5)	Desinfecção e correção de pH
B	Águas superficiais (*) ou subterrâneas provenientes de bacias não protegidas e que possam atender aos padrões de potabilidade com tratamento que não exija coagulação química	- DBO <sub>5</sub> (média 1,5 - 2,5) - CT (média mensal 100 a 5.000) - pH (5 - 9) - Cloretos (50 - 250) - Fluoretos (1,5 - 3,0)	Desinfecção e correção de pH  (a) decantação simples para águas contendo sólidos sedimentáveis  (b) filtração para turbidez < 40 UNT e cor aparente inferior a 20 UH
C	Águas superficiais provenientes de bacias não protegidas e que exijam tratamento por coagulação química para atender aos padrões de potabilidade	- DBO <sub>5</sub> (média 2,5 - 4,0) - CT (média mensal 5.000 a 20.000) - pH (5 - 9) - Cloretos (250 - 600) - Fluoretos (> 3,0)	Coagulação, seguida ou não de decantação, filtração rápida, desinfecção e correção de pH
D	Águas superficiais de bacias não protegidas, sujeitas à poluição, e que requeiram tratamentos especiais para atender aos padrões de potabilidade	- DBO <sub>5</sub> (média > 4,0) - CT (média mensal maior que 20.000) - pH (3,8 - 10,3) - Cloretos (> 600)	Tratamento mínimo da água Tipo C e tratamento complementar apropriado para cada caso

Fonte: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1992). *NBR 12.216 - Projeto de estações de tratamento de água*. Rio de Janeiro, RJ.

### 8.2.3 Captação de águas pluviais

O sistema de captação de águas pluviais é uma das soluções alternativas de abastecimento para a redução da escassez de água e conservação das águas dos mananciais. As águas pluviais são captadas e armazenadas para um posterior consumo de usos não-nobres como rega de jardim, lavagens de carro, etc. A captação das águas das chuvas, são geralmente feitas da superfície dos telhados e conduzidas para reservatórios individuais, comumente conhecidos como cisternas, que devem sempre estar bem limpos e protegidos.

O manual de Boas Práticas no Abastecimento de Água, editado pelo Ministério da Saúde, apresenta as diversas formas de captação da água de chuva, onde compõe-se por uma área de captação ou área de contribuição (telhado); subsistema de condução (calhas e dutos); dispositivo para desvio das primeiras chuvas (*by-pass*); reservatório (cisterna); tratamento; meio elevatório (balde com corda, sarilho com manivela, bombas hidráulicas); e reservação (caixa d'água). Importante evidenciar as boas práticas no uso dessa solução alternativa, como cuidados necessários para evitar condições propícias ao criadouro de vetores que procriem na água, a exemplo da dengue; manter telhados e calhas sempre limpos; construir cisternas com tampas seladas. (Ministério da Saúde,2006)

### **8.3 Etapa da Coagulação e Floculação**

Neste momento o processo de tratamento da água consiste na adição de compostos químicos – coagulantes - que desestabilizam as partículas para possibilitar a formação de flocos e reduzir a turbidez da água. Os compostos químicos mais comumente adicionados à água bruta são sulfato de alumínio, sulfato ferroso, cloreto férrico, sulfato férrico e hidróxi-cloreto de alumínio. O que se busca com a adição do coagulante na água é a diminuição das forças de repulsão eletrostáticas existentes entre as partículas de impurezas, possibilitando a predominância das forças de atração entre elas, o que faz com que as partículas se aglomerem, formando flocos. Nessa fase, é de extrema importância o teste de jarros, ou *Jar Test*, para determinação da dosagem de coagulante, que é fundamental para uma adequada floculação. Do contrário, com uma decantação deficiente de flocos, pode sobrecarregar os filtros, comprometendo a qualidade da água filtrada. Isso pode acarretar uma frequência maior na lavagem dos filtros, uso de maior quantidade de cloro e conseqüente produção de cloro combinado, ocasionando uma proteção natural dos microorganismos à ação desse cloro.

As reações do coagulante na água são instantâneas. Daí, a importância do coagulante ser adicionado em local de intensa turbulência da água. A mistura pode ser hidráulica – em geral aplicando-se o coagulante numa calha denominada, calha Parshall – dispositivo de medição de vazão – ou mecanizada.

#### **8.4 Decantação**

Seguidamente, temos a etapa na qual os flocos com dimensões e peso adequados, formados no processo de floculação, afundam pela ação da força da gravidade, promovendo a clarificação da água.

O decantador convencional é um tanque de forma geralmente retangular ou circular, cujo fundo é muitas vezes inclinado para um ou mais pontos de descarga. As dimensões do decantador são determinadas de maneira que o tempo de decantação seja geralmente em torno de duas a três horas; nos decantadores retangulares, o comprimento seja mais ou menos três vezes a largura; a profundidade seja de um mínimo de 2,5 metros e de um máximo de 5,50m; depósitos de lodo são geralmente previstos no fundo dos decantadores onde deve ser removido periodicamente em operações de limpeza destes.

#### **8.5 Filtração**

A filtração consiste em fazer a água passar por substâncias porosas capazes de reter e remover algumas de suas impurezas. Como meio poroso, emprega-se em geral a areia sustentada por camadas de seixos, sob as quais existe um sistema de drenos. Acarretando a remoção de materiais em suspensão e substâncias coloidais e redução de bactérias presentes. Durante a filtração ocorrem os seguintes fenômenos: ação mecânica de coar; sedimentação de partículas sobre grãos de areia; floculação de partículas, que estava em formação, pelo aumento da possibilidade de contato entre elas e formação de partículas gelatinosas na areia, promovida por microorganismos que aí se desenvolvem (filtro lento). Os filtros classificam-se de acordo com sua velocidade ou pressão pela velocidade de filtração que se dá por meio de filtros lentos, que funcionam com taxa média de  $4 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$  e por filtros rápidos que funcionam com taxa média de  $120 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ .

## 8.6 Desinfecção

A desinfecção consiste na destruição ou inativação de microorganismos pela aplicação de um agente desinfetante. Apesar das recomendações quanto à necessidade profilática da cloração dos esgotos domésticos detém de 1831-1832, foi a partir da constatação realizada em 1854 pelo médico inglês John Snow, o qual comprovou empiricamente a relação intrínseca entre a água consumida e a transmissão da cólera, que o processo de desinfecção começou a se disseminar pelos sistemas de abastecimento de água.

No início do século, o cloro e seus componentes passaram a ser empregados como desinfetantes nas estações de tratamento de água de Chigaco, Nova Jersey, Montreal, Nova York, Cleveland, chegando a em 1918 com mais de mil sistemas de abastecimento, para uma vazão total da ordem de 132 m<sup>3</sup>/s. (Brasil. Ministério da Saúde/SVS).

Atualmente, os desinfetantes mais empregados são os oxidantes químicos, como cloro, dióxido de cloro e ozônio, e a radiação ultravioleta. O Manual de Boas Práticas no Abastecimento de Água do Ministério da Saúde, recomenda que na escolha do agente desinfetante deve-se considerar alguns itens de suma importância, como: potencial desinfetante, potencial de manutenção de resíduos desinfetantes, formação de subprodutos secundários tóxicos, potencial de geração de odor e sabor, custo, complexidade de operação e manutenção. O cloro ainda é o desinfetante mais utilizado nas estações de tratamento. A inativação dos microorganismos ocorre pela ação de certa dose de cloro por determinado tempo de contato. Normalmente, em ordem crescente de resistência à desinfecção, apresentam-se as bactérias, os vírus, os protozoários e os helmintos, nas suas formas de cistos e oocistos, que são praticamente imunes à ação do cloro.

Recomenda ainda que em razão disso, a filtração deve assumir papel fundamental na remoção dos organismos patogênicos. Aplica-se ainda, a desinfecção como processo isolado de tratamento para águas subterrâneas que apresentam boa qualidade físico-química, com o intuito de, ao menos, garantir residuais desinfetantes no sistema de distribuição. A desinfecção deve ser considerada indispensável e prioritária sempre que a água estiver contaminada, ou para o efluente da estação de tratamento minimizar eventuais contaminações na rede de distribuição.

Após a desinfecção, a água dever conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/l, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos (Portaria MS n 518/2004).

Entretanto, é importante ressaltar que há riscos para a saúde humana na má administração do cloro nas estações de tratamento de água, ou seja, as boas práticas no abastecimento de água recomendam que não seja feita a cloração de choque ou supercloração, nos tanques de água bruta quando a água contiver quantidade considerável de algas ou outro tipo de matéria orgânica (Brasil. Ministério da Saúde/SVS).

A cloração de águas contendo matéria orgânica natural favorece a formação de trihalometanos (THMs) e outros subprodutos da desinfecção. Alguns trihalometanos, tais como o clorofórmio, têm sido identificados como substâncias cancerígenas, segundo informações do Instituto Nacional de Câncer dos Estados Unidos, postados no Manual de Boas Práticas do Ministério da Saúde.

No Brasil, as normas e o padrão de potabilidade da água para o consumo humano (Portaria 518/04), permite uma concentração máxima de trihalometanos de 100 ug/ L-1. A norma prevê ainda que, o mais adequado no controle de trihalometanos seria a remoção dos compostos precursores (matéria orgânica) antes de sua reação com o cloro, impedindo assim a formação de trihalometanos. (MACÊDO, J. A. B., ANDRADE, N. J.1995).

Em água para abastecimento público as substâncias, como cloro gasoso, hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio, têm sido largamente utilizadas no processo de desinfecção. Este uso está ligado ao custo desta matéria-prima, os níveis utilizados, em geral, variam de 0,2 a um valor máximo de 2 mg.L-1 de cloro residual livre (BRASIL, 2001). Em 1900, foi testado com sucesso o uso de um outro derivado clorado: o dióxido de cloro. Já os serviços de alimentação utilizam, em sua maioria, o diclororisocianurato de sódio (DCIS) em concentrações que variam de 7 a 210 mg.L-1 de CRT (ANDRADE e MACÊDO, 1996, MACÊDO, 2000).

A partir de 1974, quando nos EUA estudos mostraram pela primeira vez a correlação positiva entre águas de abastecimento público e câncer, várias pesquisas foram desenvolvidas, das quais se destaca aquela realizada pela U.S. Environmental Protection Agency (EPA) em 113

estações de tratamento d'água (ETA). Trihalometanos foram encontrados em todas as ETAs que utilizavam derivados clorados nos processos de desinfecção (MACÊDO, 1997).

A utilização de tratamentos específicos, visando a redução de subprodutos gerados durante a desinfecção, não deve, de forma alguma, significar uma diminuição na eficiência do processo, no que tange ao seu propósito básico de garantir às populações uma água isenta de microorganismos patogênicos.

### **8.7 Fluoretação**

A aplicação do flúor objetiva a prevenção da cárie dentária, principalmente em consumidores de até 14 anos de idade. Tal aplicação é realizada por meio de dosadores de flúor, onde são usados o fluoreto de sódio, o fluossilicato de sódio e o ácido fluossilícico. É importante controlar a concentração de íon fluoreto, que varia em função da temperatura máxima diária, observada durante o período mínimo de um ano. Os limites recomendados para concentração de íon fluoreto estão dispostos na Portaria n° 635/BSB, de 26 de dezembro de 1975, que aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, destinada ao consumo humano. A concentração considerada ótima (indica a máxima redução na prevalência de cárie, sem causar prejuízos à saúde) situa-se em torno de 0.7 mg/l em quase todo território nacional, devido à relação entre a temperatura, no caso em média de 26°C, e as dosagens recomendadas para o flúor. Dosagens excessivas podem ser prejudiciais à saúde, podendo provocar desenvolvimento de fluorose dentária e osteoporose (Secretaria de Vigilância em Saúde/SVS/MS).

### **8.8 Reservação**

Consiste no armazenamento da água para atender a diversos propósitos, como a variação de consumo e a manutenção da pressão mínima na rede de distribuição. Geralmente, são interpostos reservatórios de distribuição, entre o tratamento e o consumo, que servem para atender às variações de consumo na rede de distribuição; dar continuidade no abastecimento da população em caso de intermitência no abastecimento de água; além de atender a outras situações emergenciais, como por exemplo, o combate a incêndios. A questão associada à

qualidade da água nos reservatórios, normalmente são tratadas como itens de importância secundária, resumindo-se somente à manutenção dos reservatórios.

Entretanto, há necessidade de uma atenção especial aos reservatórios de água tratada, com o objetivo de evitar surtos de doenças de veiculação hídrica. Um dos problemas associados à reservação é o crescimento de algas – expostos a intempéries e à radiação solar. Portanto, há a possibilidade de produção de toxinas e o aumento da matéria orgânica particulada dissolvida ou em suspensão, responsável pela elevação das concentrações de precursores da formação de compostos trihalometanos (De Luca, 1989).

A detecção da floração de algas pode ser realizada por intermédio do monitoramento da qualidade da água e pela observação das condições do pH, teor de oxigênio dissolvido, turbidez. Esse monitoramento é extremamente necessário para que se adote medidas preventivas e evite comprometimento do abastecimento de água potável.

## **8.9 Rede de Distribuição**

Essa é a última etapa de um sistema de abastecimento de água onde consiste na condução da água para as residências por meio de tubulações instaladas nas vias públicas. Portanto, o objetivo da rede é conduzir água tratada aos pontos de consumo, mantendo suas características, dentro dos padrões de potabilidade. Importante ressaltar que na rede de distribuição é essencial a limpeza e manutenção para evitar problemas principalmente na corrosão da tubulação na rede. Essa corrosão pode ser ocasionado por fatores químicos, físicos ou biológicos, podendo formar nódulos nas paredes das canalizações, podendo favorecer os microorganismos.

De acordo com o Manual de Boas Práticas no Abastecimento de Água, editado pelo Ministério da Saúde, os reservatórios devem ser estrategicamente localizados a fim de manter o funcionamento da rede de distribuição, sendo fundamental para estabelecer as condições de pressão na rede. Pressões excessivas podem provocar vazamentos e, mesmo, a ruptura de canalizações e conexões, o que resulta em perdas e desperdícios de água, além de riscos de contaminação na rede. Entretanto, quando a pressão é insuficiente na rede, pode gerar uma

descontinuidade no abastecimento nos pontos de consumo que se localizam em áreas mais distantes ou terrenos muito elevados o que pode acarretar condições de subpressão na rede e provocar a recontaminação da água tratada.

Na operação das redes de distribuição, os vazamentos constituem um dos principais fatores interveniente nas perdas do sistema de abastecimento. O vazamento na rede consiste na água perdida no sistema, para a qual não há possibilidade de medição e cobrança, enquanto desperdício é a água perdida por responsabilidade do consumidor. Além da perda da receita do sistema de abastecimento, os vazamentos podem facilitar a entrada de água contaminada no interior da tubulação.

Nas grandes cidades, a água tratada pode ser comprometida pelos vazamentos das galerias de esgotos e águas pluviais e pelas infiltrações da superfície. Nas paredes das canalizações pode ocorrer ainda, a formação de biofilmes, que constituem uma fina película biológica formada no interior das redes de distribuição de água por meio da fixação e da multiplicação dos microorganismos nas paredes internas das canalizações. A velocidade do escoamento da água e possíveis efeitos dos desinfetantes podem ser importantes para minimizar a aderência do biofilme à superfície da tubulação. (Martins, J.A.).

## **9 SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNDO**

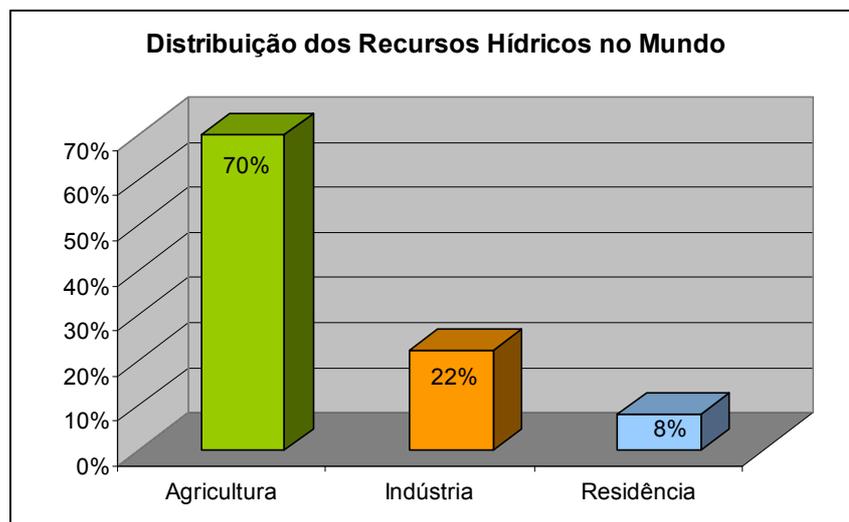
Nos tempos modernos, as abordagens sobre a gestão dos recursos hídricos tendem ser completamente voltadas à tecnologia em seu esforço de solucionar a urgente problemática mundial da água. Hoje, de acordo com o 2º Relatório das Nações Unidas Sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo, 1,1 bilhão de pessoas vivem sem água potável em condições apropriadas e 2,6 bilhões não possuem acesso a saneamento básico. Catástrofes naturais relacionadas à água, tais como enchentes e secas, matam mais que qualquer outro desastre natural e doenças ligadas a este recurso continuam causando a morte de milhares de crianças todos os dias.

Devido ao crescimento e desenvolvimento da população humana os efeitos sobre o ciclo hidrológico aumentaram, alterando a qualidade e a distribuição da água. Entretanto, a quantidade de água potável na Terra, a ser dividida entre todas as formas de vida, continua a

mesma. Essa situação impõe à humanidade a responsabilidade de desenvolver, eticamente, sistemas de governabilidade dos recursos hídricos. (UNESCO.1996)

A idéia que a maioria das pessoas possui com relação à água, é a de que ela é infinitamente abundante e sua renovação é natural; no entanto, ocupando 71% da superfície do planeta, 97,50% deste total se constituem águas salgadas, 1,979% são águas doces em geleiras e calotas polares (água em estado sólido), 0,514% são lençóis confinados de água subterrânea e apenas 0,006% restam das águas de rios e lagos e 0,001% encontra-se na atmosfera. (UNESCO,2005).

Gráfico 1. Distribuição dos Recursos Hídricos no Mundo



Fonte: UNIAGUA

A Agricultura é a maior ameaça às reservas de água doce do planeta, de acordo com um relatório das Nações Unidas. Tal documento afirma que cerca de dois terços da água doce proveniente de aquíferos e outros rios são consumidos por fazendas. As plantações estão usando mais água à medida que a população mundial aumenta. (ONU,2006).

Tabela 1B. Disponibilidade de Água por Habitante/ Região (1000m<sup>3</sup>)

Região	1950	1960	1970	1980	2000
ÁFRICA	20,6	16,5	12,7	9,4	5,1
ÁSIA	9,6	7,9	6,1	5,1	3,3
AMÉRICA LATINA	105,0	80,2	61,7	48,8	28,3
EUROPA	5,9	5,4	4,9	4,4	4,1
AMÉRICA DO NORTE	37,2	30,2	25,2	21,3	17,5
<b>TOTAL</b>	<b>178,3</b>	<b>140,2</b>	<b>110,6</b>	<b>89</b>	<b>58,3</b>

Fonte:

UNIAGUA

A ONU alerta que grandes áreas do mundo já sofrem total escassez de água. São as áreas desérticas. Na África, temos o Saara com 9.000.000 Km<sup>2</sup> e o Kalahari com 260.000 Km<sup>2</sup>. Temos também a Arábia (225.500 Km<sup>2</sup>), Gobi (1.295.000 Km<sup>2</sup>) e no Chile o deserto de Atacama com seus 78.268 Km<sup>2</sup>. Outros onze países da África e mais nove do Oriente Médio já não têm mais água e a situação já é muito crítica no México, Hungria, Índia, China, Tailândia e Estados Unidos. A América Latina possui a maior disponibilidade de água por habitante do mundo. (Apud. Universidade da água).

No Brasil, o índice diário per capita chega a 119 litros, enquanto na África o consumo chega a 15 litros por pessoa. Na Ásia são 25 litros, nos Estados Unidos o total é de 250 e na Europa de 150 litros. O Brasil detém 11,6% da água doce superficial do mundo. Os 70 % da água disponíveis para uso estão localizados na Região Amazônica, enquanto que os 30% restantes distribuem-se desigualmente pelo País, para atender a 93% da população. Quanto a distribuição da água, a proteção de contaminações no seu fornecimento é a primeira linha de defesa; outro fator importante a comentar são as falhas na proteção e no tratamento efetivo nos sistemas, expondo dessa forma a comunidade a riscos de doenças intestinais e a outras doenças infecciosas. (ONU,2008).

No Maranhão, apresenta-se como políticas públicas de recursos hídricos, alguns projetos voltados para preservação do ambiente e prevenção de riscos à população, tais como:

- Obras de ampliação do Sistema Italuís II – A obra possui grande importância socioeconômica, quando pretende suprimir a carência de água tratada para uso doméstico de São Luís, uma vez que o sistema existente Italuís I, construído há mais de 20 anos, não consegue atender a atual demanda, devido ao aumento da população e consequente crescimento urbano. Objetiva ainda, ampliar a oferta de água decantada para o parque industrial da Ilha de São Luís, próximo ao complexo portuário do Itaqui, a fim de torná-lo economicamente viável. Esse projeto foi embargado pelo Tribunal de Contas da União - TCU em 2002, devido a inúmeras inconsistências no procedimento administrativo que deu origem ao projeto, como ausência de licitação autônoma para aquisição de equipamentos e principalmente pela ausência de Estudo de Impacto Ambiental – EIA da área pretendida para a obra, descumprimento exigências relativas ao meio ambiente. As especificações detalhadas do embargo está disponível no Tribunal de Contas da União no Processo nº 011056/2001, da Justiça Estadual. Essa foi uma ação civil pública proposta pelo Ministério Público Estadual, em razão de deficiências no EIA (Estudo de Impacto Ambiental). Esse processo ainda está sem decisão de mérito, tramitando na Justiça.
- Projeto de revitalização do Rio Itapecuru: recuperação da mata ciliar do rio Itapecuru na microbacia de Codó/Timbiras, que envolverá cerca de 150 famílias, numa área de 6 hectares.
- Gestão da Bacia do Itapecuru – SEMA: gestão racional das águas, recomposição da cobertura vegetal, monitoramento ambiental permanente (linhas de ação do Governo Estadual).
- Projeto Aurora: criar unidade de conservação ambiental nas áreas de contorno da Bacia do rio Anil, no bairro da Aurora.
- Projeto Pac-Rio Anil: Urbanização, regularização e integração de assentamentos precários do rio Anil.
- Itapecuru – Águas Perenes – Assembléia Legislativa: Projeto que prevê a Proteção Ambiental da Bacia do Itapecuru, idealizado em 2005. A bacia abrange 52 cidades, e uma população de 3 milhões de hab. A área abrangida será de 52.000 Km<sup>2</sup>. No município de São Luís, a estimativa é de abranger uma população 1 milhão de habitantes, com 75% de

água para consumo. Esse projeto tem como objetivo: recuperar, conservar e preservar o ambiente da Bacia do rio Itapecuru e ainda, reduzir os impactos ambientais antrópicos com intuito de promover o desenvolvimento sustentável das 52 cidades e das comunidades ribeirinhas. O projeto prevê uma expedição ao longo de todo o rio Itapecuru, que terá como composição das equipes, professores e técnicos de órgãos públicos e de empresas privadas ou mistas e ainda do terceiro setor que, utilizando-se de metodologias participativas, inter e multidisciplinares, realizarão o levantamento sócio-ambiental do rio e moradores ribeirinhos. Depois, serão realizadas audiências públicas para discutir as questões políticas, econômicas e jurídicas relacionadas ao rio e sobre os principais problemas encontrados durante a expedição. Logo em seguida, virão as etapas de diagnóstico e prognóstico, que subsidiarão a elaboração de um plano diretor para a Bacia do Itapecuru .

- Programa VIGIAGUA - Vigilância da Qualidade da água para consumo humano:

Ao se avaliar o movimento internacional vinculando saúde ao meio ambiente e ao desenvolvimento, percebe-se que, de acordo com os encontros internacionais realizados, desde a Rio 92 até Istambul 96, fica evidente que a saúde ambiental tornou-se um item importante da agenda do meio ambiente e do desenvolvimento, e que as questões ambientais receberam maior destaque na agenda da saúde pública. Um dos mais importantes estímulos para o uso de indicadores de desenvolvimento na área da saúde e ambiente, foi o surgimento do desenvolvimento sustentável, como princípio guia para a política e a adoção da Agenda 21, construída em 1992 na Conferência Ambiental e Desenvolvimento das Nações Unidas. (ABES, 2001)

O Programa VIGIAGUA avalia o potencial de risco representado pela água consumida; com o objetivo de desencadear medidas preventivas/corretivas, para que o sistema mantenha e ou recupere as condições de segurança da qualidade da água. Implantado desde 1999 pelo MS – CGVAM, visando a fiscalização e controle da qualidade da água de abastecimento público, dentro dos padrões de potabilidade preconizados Portaria Ministerial nº 518/04, o qual suas ações serão realizadas pelos técnicos das Secretarias de Saúde dos Estados e Municípios, consoante diretrizes e metas pactuadas com o Ministério da Saúde e os governos Estaduais e Municipais.

Em função da importância das doenças e agravos decorrentes da ingestão de água inadequada, o Centro Nacional de Epidemiologia – CENEPI/FUNASA, priorizou o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano - SISAGUA que foi elaborado e implantado no ano de 2000. Antes da concepção do SISAGUA, foram discutidos com profissionais que atuam no setor saneamento, saúde e meio ambiente, à luz da metodologia recomendada pela OMS, os indicadores que deveriam ser utilizados na vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Foram discutidas ainda, as matrizes da cadeia Desenvolvimento-Meio Ambiente-Saúde para as seguintes doenças: intoxicações por agrotóxicos, intoxicações por mercúrio, doenças diarreicas e hepatites A e E.

No Maranhão foi implantado na Superintendência de Vigilância Sanitária – Depto. de Vigilância em Saúde Ambiental, através da Portaria Estadual nº 78 em julho de 2002 e tem como atribuições: cadastro dos sistemas e soluções alternativas coletivas e individuais; controle de operação e manutenção do abastecimento de água, que garanta qualidade da água consumida por meio de inspeção nos sistemas; coletas de amostras de água, ao longo da rede de distribuição e nas soluções alternativas coletivas e individuais e encaminhamento destas para o laboratório credenciado pelo Estado, no caso o LACEN-MA, que procederá as análises físico-químicas e bacteriológicas, seguindo um plano de amostragem dessas coletas, elaborado pelas Secretarias de Saúde, a fim de que o laboratório possa planejar as análises de acordo com a programação de suas atividades.

Importante ressaltar que o responsável pela operação dos sistemas de abastecimento, tem como atribuição, segundo os arts. 8º e 9º da Portaria MS 518/04, o controle operacional das unidades de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição da água, assim como, avaliar a qualidade da água, em relação aos riscos, com base nas bacias a qual fazem parte os mananciais de captação. Deverá ainda, ser aprovado o plano de amostragem de suas coletas pela autoridade sanitária e realizada as coletas, enviadas às autoridades de saúde pública relatórios mensais sobre a qualidade da água distribuída à população.

Nessa perspectiva, a Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, sendo parte integrante da Vigilância em Saúde Ambiental, tem como objetivo integrar o setor saúde e as suas ações e informações de vigilância (ambiental e epidemiológica), com o setor saneamento e meio ambiente e as ações e informações relativas à prestação dos seus serviços.

## **10 PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS E DE SAÚDE CORRELACIONADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS**

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2000), 2,4 bilhões de pessoas (quase a metade da população do planeta) não vivem em condições aceitáveis de saneamento. Enquanto que 1,1 bilhão de pessoas vivem sem água potável em condições adequadas.

No Brasil, 36,1% dos domicílios não são abastecidos de água por rede geral; 7,2% do volume de água distribuída não recebe tratamento; 47,8% dos municípios não contam com serviço de esgotamento sanitário (IBGE, 2002). No início deste século, mais da metade da população mundial viverá em zonas urbanas; até o ano 2025, essa proporção chegará aos 60%, compreendendo cerca de 5 bilhões de pessoas.

Vários estudos já realizados sobre o assunto, apontam como principais problemas em saúde e ambiente precariedade do sistema de água; esgotos sanitários e industriais, o uso abusivo de defensivos agrícolas; inadequação das soluções utilizadas para o destino do lixo; ausência ou insuficiência de medidas de proteção contra enchentes, erosão e ausência de proteção dos mananciais; níveis de poluição e contaminação hídrica, atmosférica, do solo, do subsolo e alimentar; exploração excessiva dos recursos hídricos; crescimento populacional ocasiona aumento nos efeitos sobre o ciclo hidrológico, alterando a qualidade e distribuição da água.

### **10.1 Principais Doenças de Veiculação Hídrica: Causas e Problemas Socioambientais.**

Nos países em desenvolvimento, em virtude das precárias condições de saneamento e da má qualidade das águas, as doenças diarréicas de veiculação hídrica, como, por exemplo, febre tifóide, cólera, salmonelose, shigelose e outras gastroenterites, poliomielite, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase, têm sido responsáveis por vários surtos epidêmicos e pelas elevadas taxas de mortalidade infantil, relacionada à água de consumo humano. Vejamos algumas doenças de veiculação hídrica, na tabela abaixo.

Tabela 2. Doenças transmitidas através da ingestão de água contaminada

INGESTÃO DE ÁGUA CONTAMINADA		
DOENÇA	AGENTE CAUSAL	SINTOMAS
Disenteria Bacilar	Bactéria ( <i>Shigella dysenteriae</i> )	Forte diarreia
Cólera	Bactéria ( <i>Vibrio Cholerae</i> )	Diarreia extremamente forte, desidratação, alta tx de mortalidade
Leptospirose	Bactéria ( <i>Leptospira</i> )	Icterícia, febre
Salmonelose	Bactéria ( <i>Salmonela</i> )	Febre, náusea, diarreia
Febre tifóide	Bactéria ( <i>Salmonela typhi</i> )	Febre elevada, diarreia, ulceração do intestino delgado
Disenteria amebiana	Protozoário ( <i>Entamoeba histolytica</i> )	Diarreia prolongada, sangramento, abscessos no fígado e intestino fino
Giardíase	Protozoário ( <i>Entamoeba histolytica</i> )	Diarreia leve a forte, náusea, indigestão, flatulência
Hepatite A infecciosa	Vírus (vírus da hepatite A)	Icterícia, febre
Gastroenterite	Vírus (enterovírus, parvovírus, rotavírus)	Diarreia leve a forte
Paralisia Infantil	Vírus (Poliomielite vírus)	Paralisia

Fonte: MS, Brasília,2004.

Tabela 3. Doenças transmitidas através do contato com água contaminada

CONTATO COM ÁGUA CONTAMINADA		
DOENÇA	AGENTE CAUSAL	SINTOMAS
Escabiose	<i>Sarcoptes scabiei</i> Ácaro	Úlceras na pele
: Tracoma	Chlamydia trachomatis, uma bactéria Gram-negativa, das sorovariedades A, B, Ba e C.	Inflamação dos olhos, cegueira completa ou parcial

Fonte: MS, Brasília,2004.

Tabela 4. Doenças transmitidas através de insetos, tendo água como meio de procriação

TRANSMISSÃO ATRAVÉS DE INSETOS		
DOENÇA	AGENTE CAUSAL	SINTOMAS
Malária	Protozoário ( <i>Plasmodium</i> ) Inseto: Anopheles gambiae	Febre, suor, calafrios, gravidade variável com o tipo de plasmodium
Febre Amarela	Vírus ( <i>flavivírus</i> ) Inseto: Aedes Aegypti	Febre, dor de cabeça, prostração, náuseas, vômitos
Dengue	Vírus ( <i>flavivírus</i> ) Inseto: Aedes Aegypti	Febre, dor de cabeça, dores nas juntas e músculos, erupções
Filariose	Helminto( <i>Wuchereria bancrofti</i> ) Culex, Anopheles, Mansonia ou Aedes	Obstrução de vasos, deformação de tecidos

Fonte: MS, Brasília,2004.

A água pode ser veículo transmissor de inúmeras enfermidades e essa transmissão pode se dar por vários mecanismos diferentes. O mais comumente lembrado desses mecanismos é o da ingestão e está diretamente relacionado à qualidade da água, em que um indivíduo sadio ingere água que contenha componentes nocivos à saúde e a presença desse componente no organismo humano provoca o aparecimento de doenças.

Um outro mecanismo bastante comum, refere-se à quantidade insuficiente de água, gerando hábitos higiênicos insatisfatórios e conseqüentemente a presença de doenças referentes a tais hábitos. Podemos citar ainda a situação da água presente no ambiente físico, como exemplo a água empocada, propiciando a reprodução de vetores ou reservatórios de doenças. Importante lembrar que tanto a qualidade da água quanto a sua quantidade e regularidade de fornecimento são fatores determinantes para o acometimento de doenças no homem.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, cerca de 85% das doenças conhecidas são de veiculação hídrica, ou seja, estão relacionadas à água. países que sofrem com essa problemática da água como a China, Índia e Indonésia, onde a diarreia mata duas vezes mais do que a AIDS. Na Ásia metade da população não tem acessos a serviços adequados de esgoto.

Atualmente, chegamos ao absurdo em que a cada 14 segundos, morre uma criança vítima de doenças hídricas no mundo.

Estima-se que 80% de todas as moléstias e mais de um terço dos óbitos dos países em desenvolvimento sejam causados pelo consumo de água contaminada. E mais, um décimo do tempo produtivo de cada pessoa se perde devido a doenças relacionadas à água. Esses dados são importantes para que sejam intensificadas ações de saneamento básico, com sistemas de abastecimento de água, tratamento de esgotos sanitários, de lixo e com melhorias sanitárias domiciliares, o que contribuem para reduzir a morbimortalidade por doenças de veiculação hídrica, que atinge principalmente as crianças. (OMS. Calidad del agua potable. Agua, saneamiento y salud. 2006).

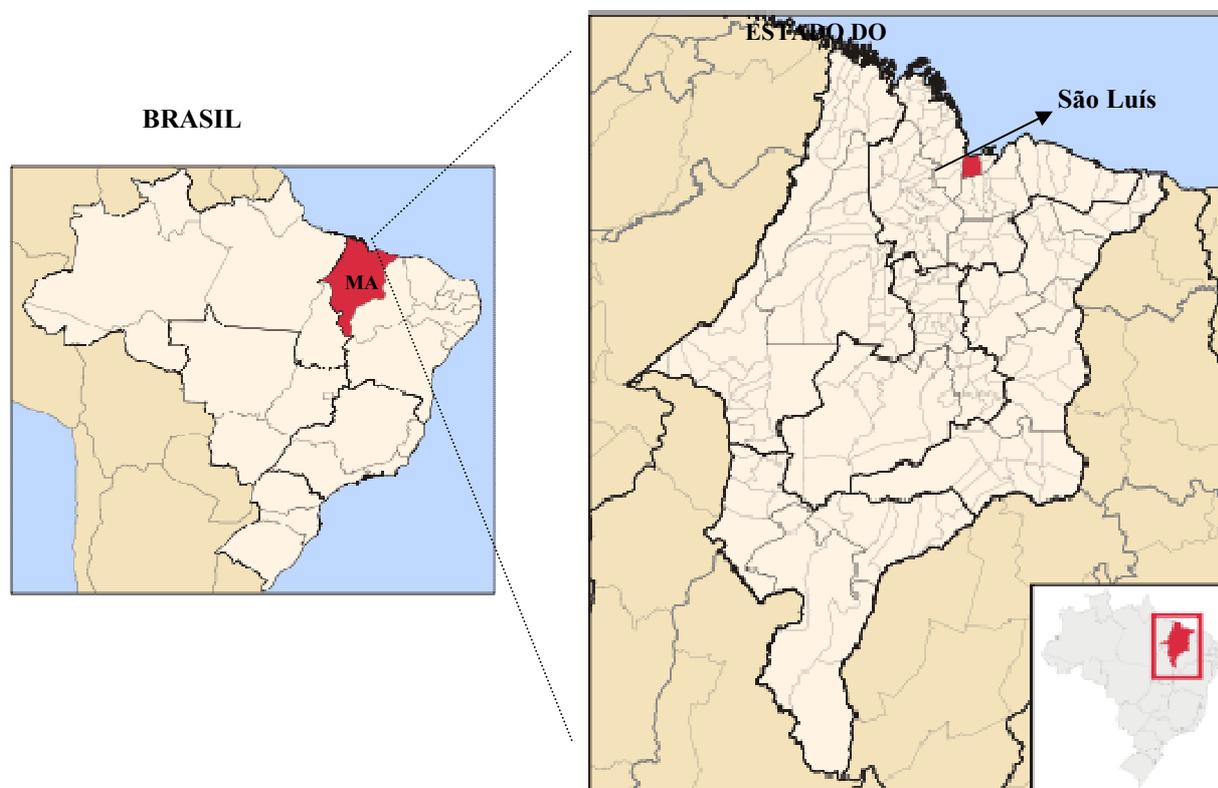
## **11 MATERIAL E MÉTODO**

A presente pesquisa foi realizada através de um estudo transversal descritivo durante o período de 2006 a 2007, que abrangeu a área urbana do município de São Luis. Como o objetivo do trabalho é avaliar a qualidade da água de consumo humano fornecida pelos sistemas de abastecimento de água de São Luis, foi necessário alguns procedimentos essenciais para a obtenção dos resultados. Em primeiro lugar, avaliar as condições de potabilidade da água consumida pela população total se torna impraticável, portanto a avaliação foi feita por meio de amostragem, ou seja, estudo de um pequeno grupo de elementos retirado de uma população que se pretende conhecer.

### **11.1 Área de Estudo**

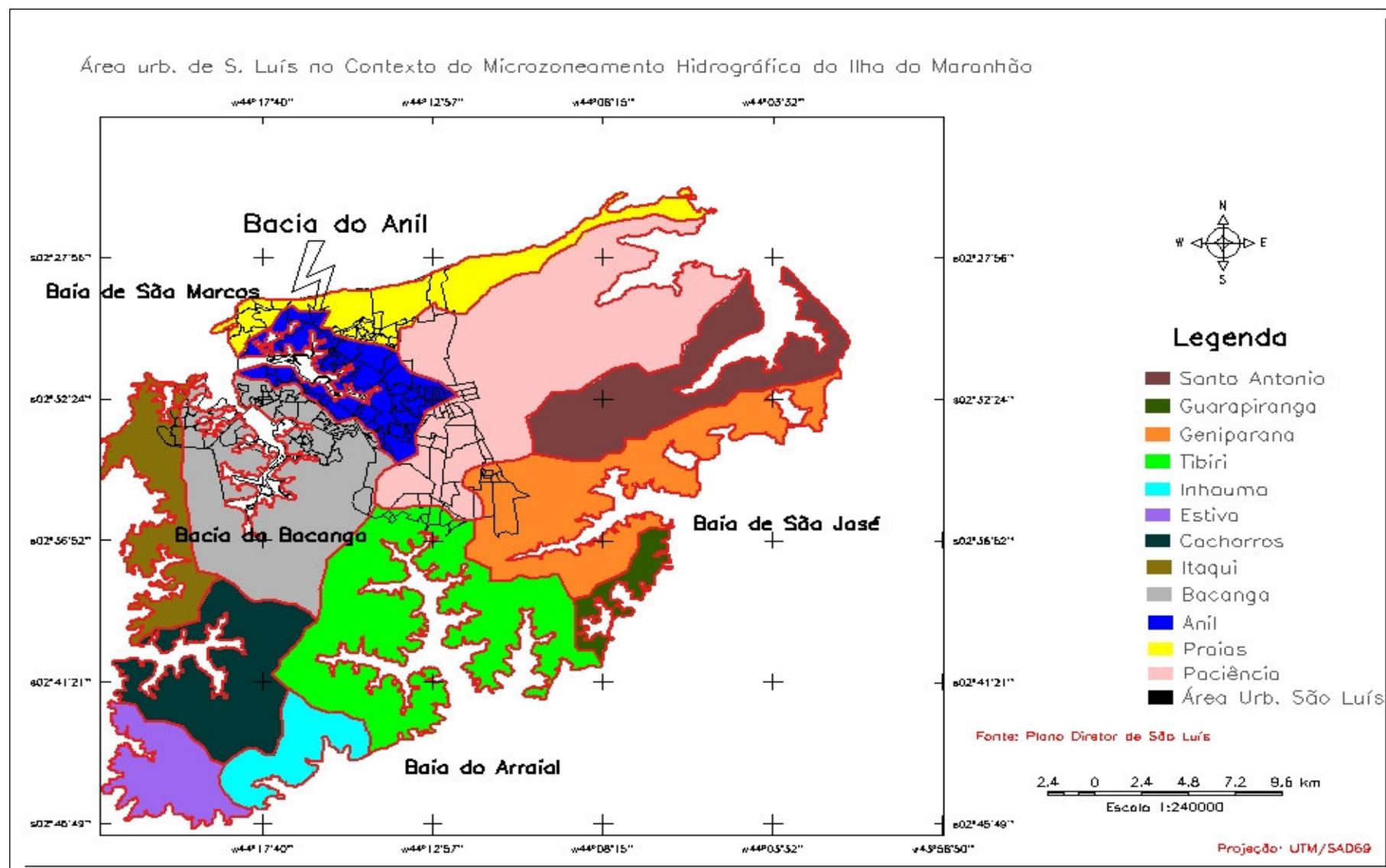
O Município de São Luís está situado na ilha de São Luís, Estado do Maranhão, localizado a 2°31' LS e 44°18' LW, e a uma altitude média de 32 metros. A área é de 822,1km<sup>2</sup>, que corresponde aproximadamente a 0,24% do território do Estado. Atualmente, considerando o setor saúde, encontra-se dividido em sete distritos sanitários (DS): Centro, Itaqui-Bacanga, Coroadinho, Cohab, Bequimão, Tirirical e Vila Esperança. De acordo com a contagem da população em 2007, feita pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município de São Luis possui 957.515 habitantes, onde 837.584 hab encontram-se na área urbana de São Luís.

Figura 2 – Identificação do município de São Luís no Brasil e no Estado do Maranhão



Fonte: [http://www.pt.wikipedia.org/wiki/São\\_Luís\\_Maranhão](http://www.pt.wikipedia.org/wiki/São_Luís_Maranhão)

Mapa 1 Localização da área de estudo



O município ocupa mais da metade da ilha (57%), e conforme o Plano Diretor de São Luis, a população está distribuída em centro urbano com 195 bairros e 122 povoados (que formam a zona rural). Das pessoas residentes com mais de 10 anos de idade, 93,10% são alfabetizadas e o município apresenta Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) superior ao restante do Estado.

O mapa de localização acima mostra que a área urbana de São Luis está inserida no contexto das principais bacias hidrográficas de São Luis, a Bacia do Anil e Bacia do Bacanga, pois encontra-se na área central do município. Isso acarreta algumas problemáticas como povoamento das margens e circunvizinhanças e conseqüentemente poluição em demasia dos rios Anil e Bacanga.

A área de estudo apresenta grandes problemas no abastecimento de água potável, principalmente na área central da cidade, mais precisamente na área circunvizinha aos rios Anil e Bacanga, onde houve um povoamento irregular e desordenado, ocasionando problema de infraestrutura higiênico-sanitária altamente deficitária e ainda não há regularidade do fornecimento de água, ou seja, o abastecimento é intermitente, levando as comunidades da área, na maioria das vezes, optarem por abastecimento alternativo, tais como perfuração, escavação de poços, abastecimento por carros “pipas” e a execução de ligações não oficiais, conectadas à rede de distribuição de água, que pode comprometer a qualidade dessa água consumida, segundo informações da própria companhia fornecedora de água do Estado – CAEMA.

## **11.2 Seleção das amostras e procedimentos gerais**

- Análise da água de consumo humano, através de coleta de amostras de água seguindo o plano de monitoramento de coleta de amostras da Vigilância em Saúde Ambiental do município, em 98 bairros de São Luis, entre área urbana e peri urbana, incluindo os 195 que compõem a área urbana de São Luis que são abastecidos pelos Sistemas que fornecem água para São Luís, sob a responsabilidade da Companhia de Águas e Esgoto do Maranhão – CAEMA;

- Inspeções nos anos de 2006 e 2007, nos quatro sistemas que abastecem a área urbana de São Luis, onde foram encontradas não conformidades durante essas inspeções que vão desde a estrutura física das estações, o tratamento da água, até a sua distribuição e consumo, contrariando as normas de potabilidade da água e boas práticas no funcionamento dos sistemas públicos de abastecimento.

A Inspeção sanitária integra as diversas ações inerentes à Vigilância da Qualidade da água para consumo humano. Tais ações são adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública para garantir que a água consumida pela população atenda ao padrão consistente na legislação sanitária vigente – Portaria MS nº 518/04, assim como avaliar os riscos que a mesma representa para a saúde humana. Assim como as inspeções, as atividades de cadastro e o plano de monitoramento da qualidade da água consumida, permite a obtenção de indicadores para o desenvolvimento de sistemas de vigilância da qualidade da água e a identificação de fatores de risco e populações vulneráveis, expostas ao risco (consumo de água).

O objetivo da inspeção é para avaliar *in loco* cada etapa ou unidade do processo de produção, fornecimento e consumo de água, bem como identificar fatores de risco. Segundo o Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Del Ambiente, Inspeção Sanitária constitui a verificação *in loco* da fonte de água e de todas as instalações e equipamentos de um sistema de abastecimento, condições e procedimentos de operação e manutenção, visando avaliar a suficiência de todos esses componentes para produzir e fornecer, sob condições seguras, água para consumo humano. (CEPIS, 2001 )

- Seleção de 07 bairros entre os 195 bairros da área urbana de São Luís abastecidos pelos SAA, com maior ocorrência de doenças de veiculação hídrica: diarreias e a hepatite A.

Foi adotado o seguinte critério de seleção desses bairros: em primeiro lugar, os bairros foram selecionados de acordo com o levantamento realizado na Superintendência de Epidemiologia e Controle de Doenças, da Secretaria Municipal de Saúde de São Luis, pelos

sistemas Monitoramento de Doenças Diarréicas Agudas – MDDA e SINAN – Sistema de Informações de Agravos de Notificação, para a ocorrência de doenças de veiculação hídrica por bairros e por meses a partir do ano de 2007, para diarreias e também para a ocorrência das hepatites tipo A, nesses mesmos bairros no período de 2006 a 2007. Pois que a Secretaria não dispunha dos dados anteriores a 2007, para diarreia, distribuídos da forma solicitada para a pesquisa (casos por bairros e por meses), devido à atualização de novas versões dos sistemas, onde foram registrados os casos dessas doenças, por Distrito de Saúde, ficando difícil a informação por bairro, necessário para a presente pesquisa.

- Caracterização do perfil socioambiental da comunidade que reside nesses bairros, com o objetivo de avaliar as condições de salubridade em que vivem essas pessoas, assim como, a infra-estrutura a que dispõem. Segue os bairros na tabela 5 com os respectivos sistemas que os abastecem:

Tabela 5. Bairros com maior ocorrência de diarreia e hepatite A em São Luis.

Nº	BAIRROS	SISTEMA
01	Aurora	PACIÊNCIA
02	Parque Jaguarema	ITALUIS
03	São Francisco	ITALUIS
04	Vila Embratel	ITALUIS
05	Anjo da Guarda	ITALUIS
06	Coroadinho	ITALUIS
07	Coroado	ITALUIS

Fonte:CAEMA.2007.

### 11.3 Coleta de Amostras de Água

O material utilizado na coleta de amostras de água para consumo humano, os equipamentos de leitura dos parâmetros, utilizados no campo, bem como os profissionais de saúde que participaram das coletas, das inspeções e a colaboração do Laboratório – LACEN, foram gentilmente cedidos pela Vigilância em Saúde Ambiental da Secretaria Municipal de Saúde de São Luis e da Secretaria de Saúde do Estado do Maranhão, uma vez que entendem a importância deste trabalho para fomentar a promoção e prevenção da saúde e do ambiente.

Para a coleta, foram utilizados sacos de plástico esterilizados da marca Nazco, de volumes 300ml com pastilha de tiosulfato (1,8% da concentração, para cada 100ml), para análise bacteriológica e sacos com volume de 100 ml para análise físico-químico, sendo que para estas análises se utilizou a quantidade de dois sacos de coleta de 100ml, totalizando um volume de 200ml, para cada amostra;

- Uso de caixa isotérmica e gelo em gel para preservação das amostras até a chegada ao laboratório;
- Para a coleta e manuseio das amostras, o uso das luvas de procedimentos, se fez indispensável, uma vez que as amostras podem ser contaminadas pelas mãos desprotegidas, em decorrência do manuseio;
- O álcool a 70% e gaze foi usado para desinfecção prévia dos bicos de torneiras, antes do início das coletas das amostras;
- Foram utilizados equipamentos de campo: medidor de cloro, medidor de turbidez e medidor de pH e termômetro, para leitura dos seguintes parâmetros:

a. Turbidez: Medida de partículas em suspensão na água, ou seja, é a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar uma certa quantidade de água, portanto expressa a transparência da água. A turbidez é causada por matérias sólidas em suspensão (silte, argila, colóides, matéria orgânica, etc.). A cor da água interfere negativamente na medida da turbidez

devido à sua propriedade de absorver luz. É também um parâmetro que indica a qualidade estética das águas para abastecimento público. O padrão de potabilidade (portaria nº 518/04) é de 5,0 UT. Nas ETA's – Estações de Tratamento de Água, é indicado para seleção da tecnologia utilizada e controle operacional nos processos de tratamento.

- b. pH (potencial hidrogeniônico): Medida que estabelece a acidez ou alcalinidade da água;
- c. Cloro: Produto químico adicionado à água para desinfecção da água;
- d. Termômetro: para medir a temperatura da água no momento da coleta;

- A ficha de identificação da amostra é indispensável na coleta, para garantir a integridade da amostra quanto às informações contidas sobre esta e repassadas para o responsável pela análise. A ficha tem que conter as seguintes informações: data, hora, temperatura da água coletada, valor do cloro residual encontrado, valor do pH e da turbidez da água, volume da amostra coletada, endereço do local e o ponto em que foi coletada a amostra (Ex. torneira de jardim – cavalete, torneira da cozinha, etc.), nome da pessoa que coletou, local que será encaminhada a amostra.

#### **11.4 Procedimentos de Campo**

A qualidade da água é avaliada por meio de análises laboratoriais. Como se torna impraticável a análise de toda essa água, coleta-se amostras para análises e conseqüente avaliação da qualidade de acordo com os padrões estabelecidos pela norma vigente – Portaria MS 518/04.

Os métodos de análise fixam o número de amostras e o volume de água necessário, a fim de que o resultados seja o mais correto possível ou, ainda, represente melhor que realmente se passa em uma massa líquida cuja qualidade se deseja saber.(FUNASA, 2004).

#### 11.4.1 Coleta de amostras de água para consumo

As amostras de água foram coletadas em 98 bairros de São Luis, que conta com um total de 195 bairros no seu perímetro urbano (Plano Diretor de São Luis), de acordo com o Plano de Monitoramento de amostras definidos pela Vigilância em Saúde Ambiental do Município e aprovados pela Vigilância em Saúde Ambiental do Estado, obedecendo critérios da Portaria MS 518/04, abastecidos pelos Sistemas de Abastecimento sob a responsabilidade da Companhia de Água e Esgotos do Maranhão – CAEMA;

A distribuição da rotina de coleta foram realizadas de segunda a quarta (14:00 às 17:30h) e nas quintas feiras (8:00 às 12:00h), de acordo com orientação do laboratório responsável pela análise das amostras, durante os meses de janeiro a dezembro de 2006 com um total de 393 coletas e nos meses de janeiro a outubro de 2007 com um total de 627 coletas.

Tabela 6. Número de amostras de água para consumo humano coletadas no período de 2006 a 2007 nos Sistemas Italuís (Ita), Sacavém (Sac), Paciência e Olho D'água (O.Dag).

Mês	2006							2007						
	Ita	%	Sac	%	Pac	%	O.Dag	%	Ita	%	Sac	%	Pac	%
Jan	33	13,25	20	20,20	8	17,78	0	0,00	16	5,86	8	7,69	7	6,60
Fev	30	12,05	2	2,02	8	17,78	2	40,00	28	10,26	8	7,69	8	7,55
Mar	16	6,43	19	19,19	8	17,78	0	0,00	27	9,89	13	12,50	12	11,32
Abr	38	15,26	12	12,12	3	6,67	0	0,00	37	13,55	16	15,38	20	18,87
Mai	37	14,86	13	13,13	3	6,67	0	0,00	43	15,75	8	7,69	20	18,87
Jun	7	2,81	0	0,00	4	8,89	3	60,00	18	6,59	10	9,62	3	2,83
Jul	30	12,05	7	7,07	6	13,33	0	0,00	37	13,55	15	14,42	11	10,38
Ago	18	7,23	8	8,08	5	11,11	0	0,00	67	24,54	19	18,27	25	23,58
Set	20	8,03	6	6,06	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	3,85	0	0,00
Out	13	5,22	7	7,07	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	2,88	0	0,00
Nov	6	2,41	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Dez	1	0,40	5	5,05	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Total p/ sistema	249	100,00	99	100,00	45	100,00	5	100,00	273	100,00	104	100,00	106	100,00
<b>Total</b>	<b>386</b>							<b>483</b>						

Fonte: CAEMA,2007.

Para representatividade dos pontos de amostragem das coletas, foram selecionados locais de grande circulação de pessoas, segundo critérios de distribuição geográfica, conforme a norma vigente (art.18, §1º, inciso II da Portaria nº 518/04) e ainda, identificadas situações de risco, atendimento a reclamações e solicitações da população, bem como nas localidades mais atingidas por doenças diarreicas em conformidade com os dados informados pela Coordenação de Vigilância Epidemiológica Municipal.

- Foram considerados para este trabalho, os resultados das análises das amostras coletadas fora dos padrões de potabilidade da água de consumo humano;
- No campo foram utilizados o material de coleta e os equipamentos para leitura dos parâmetros, já mencionados no item anterior;
- As amostras após a coleta foram preservadas, no gelo em gel, entre 2°C a 8°C acondicionadas em caixa isotérmica e levadas ao Laboratório de análise, no prazo máximo de 24 horas entre a coleta e a análise;
- As amostras foram recebidas e analisadas pelo Laboratório de Central de Saúde Pública do Estado – LACEN, credenciado pelo Ministério da Saúde, onde foi previamente enviado uma programação de coleta e quantidade de amostras, com a demanda das análises, e aprovado pelos técnicos do laboratório;
- Foi realizada uma inspeção por ano, em cada Sistema de abastecimento de água de São Luis, nas seguintes datas:
  - a. Sistema Italuís: a primeira em 24 de março de 2006 e a segunda no dia 12 de julho de 2007;
  - b. Sistema do Sacavém: a primeira no dia 18 de abril de 2006 e a segunda no dia 18 de abril de 2007;
  - c. Sistema Paciência: a primeira no dia 20 de março de 2006 e a segunda no dia 18 de abril de 2007;

- d. Sistema do Olho D'água: foi realizada somente uma inspeção no sistema, em 22 de março de 2006, uma vez que o sistema logo após, foi desativado para manutenção e até o momento não retomou suas atividades, sendo que os bairros por ele abastecidos são agora de responsabilidade do Sistema Italuís.

Essas inspeções foram necessárias para observar as condições de infra-estrutura dos sistemas, assim como a operacionalização do tratamento da água fornecida na área urbana de São Luis.

- A inspeção nos sistemas de abastecimento foi acompanhada por técnicos das Vigilâncias em Saúde Ambiental do Estado e do Município de São Luis e foi acompanhada por 01 bióloga, 01 químico industrial e 01 técnico em saneamento, colaboradores nesta fase do trabalho;
- As inspeções foram fotografadas, evidenciando os principais problemas observados nas estações de tratamento;
- Para complementar as atividades de campo de coleta e inspeção em sistemas, foram também realizadas visitas nos órgãos públicos: na SES – Secretaria Estadual de Saúde, SEMUS – Secretaria Municipal de Saúde, CAEMA – Companhia de Água e Esgoto do Maranhão, FUNASA – Fundação Nacional de Saúde (bairro Apicum), para coleta de dados sobre os sistemas de abastecimento, dados epidemiológicos da área urbana de São Luís, perfil socioambiental dos bairros com maior ocorrência de doenças de veiculação hídrica: diarreia e hepatite A, assim como dados gerais sobre o tema.

### **11.5 Procedimentos de laboratório**

A legislação vigente, Portaria 518/04, considera como água própria para o consumo humano aquela ausente de bactérias do grupo dos coliformes, tanto totais quanto termotolerantes. Para análise físico-químico e bacteriológico das amostras de água para consumo humano coletadas em campo e enviados para o laboratório, foi utilizado os seguintes parâmetros com seus

respectivos valores de referência para atendimento à norma de potabilidade da água de consumo humano :

- Turbidez: Medida de partículas em suspensão na água. Deve ser assegurado o valor máximo de 5,0 UT (unidade de turbidez) em qualquer ponto da rede no sistema de distribuição (Art.12, § 1º Portaria 518/04);
- pH (potencial hidrogênico): Medida que estabelece a acidez ou alcalinidade da água. Está relacionada com a eficiência dos produtos químicos utilizados. Recomenda-se que na distribuição da água, o pH, seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. (Art.16, § 1º Port. 5185/04);
- Cloro: Produto químico adicionado à água para desinfecção da água. O responsável pelo abastecimento tem que garantir o valor de, no mínimo 0,2mg/l em qualquer ponto da rede de distribuição e no máximo 2.0 mg/L. (Art.13 e 16, § 2º - Port. 518/04);
- Coliformes Totais: Indicador de contaminação - qualidade higiênico-sanitária de ambientes. São do grupo das bactérias que fermentam a lactose com produção de ácido e gás em 24-48 horas a 35-37°C. Não exclusivamente fecal encontrado também no solo, vegetais e ambientes aquáticos naturais. As amostras com resultados positivos devem ser analisadas para E. coli e/ou coliformes termotolerantes, confirmando os resultados positivos ( Art. 11,§ 3º Port. 518/04).
  - Nos sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: ausência em 100 ml em 95% das amostras e ainda;
  - Em sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: resultado positivo somente para uma amostra em 100 ml mensal. (Art.11, Tabela 1 Port. 518/04);
- Coliformes Termotolerantes: Indicador de contaminação por microorganismos potencialmente patógenos de origem fecal. A diferença do grupo de bactérias coliformes termotolerantes para o grupo de bactérias coliformes totais está na sua temperatura de

incubação. Os termotolerantes fermentam a lactose com produção de ácido e gás em 24 horas a 44-45°C. No sistema de distribuição os resultados das amostras de água devem atestar 100% de resultados negativos para coliformes termotolerantes e/ou *E. coli*. A presença de coliformes termotolerantes, na maioria das vezes, guarda relação com a presença de *E.coli.*, que é indicador de contaminação por bactérias exclusivamente de origem fecal. É considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

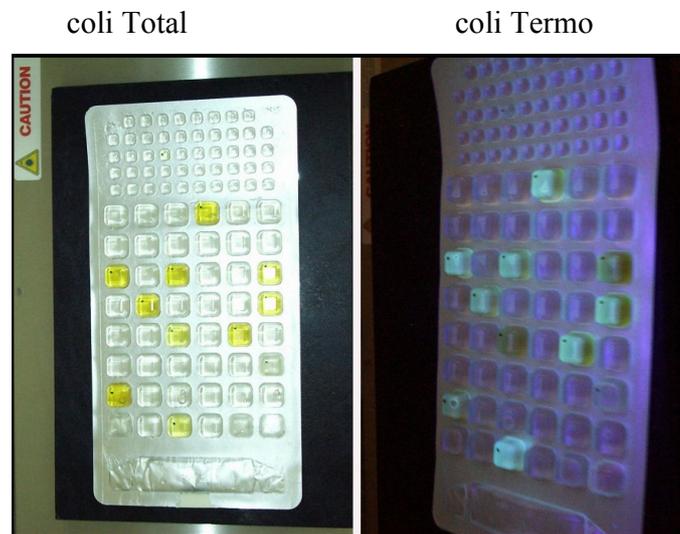
➤ *E. coli (Escherichia coli): microorganismo exclusivo do trato intestinal de humanos e animais, de origem exclusivamente fecal* - confirmação de contaminação fecal recente.

No laboratório, o meio utilizado para análise de Coliformes totais e *Escherichia coli*, foi: substrato cromogênico conforme Standard Methods (1995), também conhecido como Colilert. O meio comercial empregado para a detecção de Coliforme total e *E.coli* foi o Colilert, composto de meio desidratado em dose unitária para volume de 100ml e de cartela de 97 células, que funcionou da seguinte forma:

Nos casos em que os resultados forem positivos para coliformes totais, a cartela Colilert , indica que a amostra de água analisada em contato com o reagente químico, aparece com uma coloração amarela à luz ambiente; e para resultado negativo, não sofre reação na cor, a amostra permanece com aparência incolor.

Nos casos em que os resultados forem positivos para coliformes termotolerantes, a cartela Colilert , indica que a amostra de água analisada em contato com o reagente químico, apresenta coloração fluorescente amarela à luz ambiente; e para resultado negativo, não sofre reação fluorescente na cor. Como pode ser visto na ilustração a seguir.

Foto 1. Cartela de Colilert utilizado para análise de água de consumo humano



Fonte: Laboratório Central do Maranhão - LACEN, 2007

O resultado final é expresso estatisticamente com 95% de confiança fornecida pelo fabricante da cartela.

### 11.6 Procedimentos de Escritório

- Após as atividades de campo, houve a etapa de condensação dos dados obtidos, revisão bibliográfica sobre o tema, elaboração das tabelas, gráficos e elaboração de mapas com os resultados das atividades de campo e do levantamento de dados obtidos nos órgãos públicos, sobre perfil socioambiental dos bairros com maior ocorrência de diarreia e hepatite A, em São Luis;
- Para a elaboração dos mapas da área de estudo e dos dados de diarreia e hepatite A ocorridos em São Luis, no período de 2005-2007, assim como os resultados bacteriológicos das coletas, foi utilizada a base de dados do Plano Diretor de São Luís na

escala de 1: 240000 e para a plotagem dos dados foi utilizado o Programa Spring na versão 5.0.3, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

- Foi aplicado na pesquisa o teste estatístico de Correlação de *Spearman* para confirmar se o período chuvoso teve influência no número de ocorrências de diarreia e hepatite A, nos bairros previamente relacionados para esta pesquisa, que trata o tema.
- Redação do trabalho após os resultados.

### **11.7 Análise dos Dados**

Após os resultados das coletas de amostras de água para consumo humano, constatou-se o seguinte :

- Identificação das não conformidades encontradas nos sistemas, sendo potencial causador de risco à saúde humana;
- Sugestão de medidas mitigadoras de acordo com a Portaria MS 518/04 para adequação dos sistemas, exigidos pela norma;
- Identificação dos bairros com maior número de diarreias e hepatite A na capital e área de estudo e a correlação entre os resultados obtidos nas análises das coletas de água para consumo humano, identificando ainda o perfil socioambiental da população residente nesses bairros por meio de mapas, gráficos e tabelas.

## **12 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **12.1 Caracterização dos Sistemas de Abastecimento de Água de São Luis**

O Estado do Maranhão possui como empresa de abastecimento de água a Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão – CAEMA, sociedade por ações, em regime de economia

mista, com capital autorizado, constituída em conformidade com o disposto na Lei Estadual nº 2.653, de 06 de junho de 1966 e ainda a Lei nº 3.886, de 03 de outubro de 1967. (CAEMA. 2007).

A CAEMA tem como objetivo social, a promoção de saneamento no Estado e a exploração dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotos sanitários. O Sistema de Abastecimento de Água de São Luís, é composto de 02 (duas) Estações de Tratamento de Água Convencional - Italuís e Sacavém- , 02 (duas) Estações de Tratamento de Água com Fluxo Ascendente - Olho D'Água e Cururuca- e 312 (trezentos e doze) poços tubulares profundos.

Segundo dados da CAEMA, o abastecimento de água sob sua responsabilidade é constituído por quatro Sistemas produtores do Itapecuru, Sacavém, Paciência e Olho D'Água em sete Zonas de Distribuição. Cabe informar que, quando se menciona sistemas de abastecimento, trata-se do conjunto de obras civis destinada à produção e distribuição de água tratada, ou seja, versa sobre um conjunto macro, desde o manancial de captação de água até ao consumo desta pela população. Enquanto que a Estação de Tratamento de Água – ETA refere-se somente às instalações e equipamentos destinados a realizar o tratamento da água bruta. Compõe-se basicamente de casa química, grades, floculadores, decantadores, filtros, correção de pH, desinfecção (cloração) e fluoretação.

A rede geral de distribuição de água é constituída de um conjunto de tubulações interligadas, instaladas ao longo das vias públicas ou nos passeios, junto às unidades ou prédios, conduzindo a água aos pontos de consumo (moradias, escolas, hospitais etc).

Então vejamos, o Sistema Produtor do Itapecuru, capta 2300 l/s de água direto do rio Itapecuru, sendo recalçada através de 7200m de adutora de ferro fundido dúctil com diâmetro de 1200mm até a estação de tratamento.

Apresenta sistema de tratamento convencional, onde a água passa pelos processos de floculação, decantação, pré-cloração, filtração, pós-cloração e correção de pH, fluoretação e distribuição. Após o tratamento a água é armazenada em reservatório apoiado, sendo aduzida até a câmara de transição instalada no bairro Tirirical para distribuição à população.

O Sistema Produtor do Sacavém é abastecido por mananciais superficiais (represa do Batatã, Rio da Prata e Riacho Mãe Isabel) e captação subterrânea (constituída por 14 poços tubulares profundos em operação e mais três sendo perfurados) que são conectados diretamente com o tanque de água tratada.

A estação de tratamento é do tipo convencional composta pelas seguintes etapas: floculação, decantação, filtração, cloração e correção de pH. Após o tratamento a água vai para um reservatório de onde é recalçada para o sistema de distribuição da Zona I. Como o Subsistema Produtor do Sacavém não possui vazão suficiente para suprir a demanda, a complementação é realizada pelo Sistema Produtor do Itapecuru.

Temos ainda, o Sistema Produtor Paciência, que é constituído por duas baterias de poços tubulares profundos localizados na bacia hidrográfica do Rio Paciência. Na primeira bateria existem oito poços, porém, apenas sete em operação. A água desses poços é aduzida por gravidade até o reservatório/ poço de sucção da estação elevatória Paciência I. Na segunda bateria, seis poços dos oito existentes estão em operação. A água é aduzida por gravidade até a estação elevatória do Paciência II.

A CAEMA contava até 2006, com o abastecimento da Estação de Tratamento de Água – ETA do Olho D'Água (manancial superficial) e alguns poços tubulares profundos no bairro do Turú (manancial subterrâneo), utilizados para reforçar a produção da água, que era injetada diretamente na rede de distribuição. Foi desativada no segundo semestre de 2006 para manutenção e permanece inoperante até hoje.

O fornecimento de água de São Luis se dá através de oito Zonas: Zonas I, II, III, IV, V, VI e VII. Em complementação ao abastecimento CAEMA, a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SEMSUR) perfurou vários poços, colocando-os à disposição da comunidade principalmente na zona rural do Município.

Como a oferta do sistema de abastecimento público é incipiente e intermitente para atender a todos os usuários, a opção por soluções alternativas tanto individuais quanto coletivas se tornou muito comum, trazendo com isso séria preocupação ao setor saúde quanto ao uso de água com qualidade duvidosa.

Segundo dados da CAEMA, o abastecimento de água sob sua responsabilidade é constituído por quatro sistemas produtores e a distribuição é feita através de oito zonas. O Sistema Italuís capta água do rio Itapecuru e está localizado no Km 56 da BR 135. O Sistema Sacavém é abastecido por mananciais superficiais (represa do Batatã, rio do Prata e Mãe Isabel) e captação subterrânea feita por 14 poços tubulares profundos). O Sistema Olho D'Água é abastecido pelo rio Jaguarema e possui reforço na produção proveniente de poços tubulares profundos, onde a água é injetada diretamente na rede. O Sistema Paciência é constituído por 16 (dezesesseis) baterias de poços profundos, sendo que 08 (oito) destes pertencem ao Sistema Paciência I e os outros 08 (oito) pertencentes ao Sistema Paciência II, localizados na bacia hidrográfica do rio Paciência.

A água produzida e distribuída por Sistemas de poços tubulares profundos, é submetida a processo de desinfecção e os supridos por mananciais superficiais é submetida a processos de tratamento. (Relatório Anual.CAEMA-2007)

No interior do Estado, conta com 155 (cento e cinquenta e cinco) Sistemas de Abastecimentos, sendo 31 (trinta e um) Estações de Tratamento de Água Convencional, 05 (cinco) Estações de Tratamento de Água com Fluxo Ascendente e 353 (trezentos e cinquenta e três) poços tubulares profundos.

#### 12.1.1 Áreas abastecidas pelos Sistemas da Caema

Segue, portanto, os sistemas e seus respectivos bairros abastecidos pela Companhia de Água e Esgotos do Maranhão - CAEMA, empresa responsável pelo abastecimento de água em São Luis. Os demais bairros de São Luis que não constam na listagem abaixo discriminada são atendidos pela bateria de poços da CAEMA e ainda, em complementação ao abastecimento da

Companhia, a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos – SEMSUR – perfurou vários poços, colocando-os à disposição da comunidade principalmente da área rural do Município desprovidos de rede pública de abastecimento.

a) Sistema Italuís: Alemanha ; Filipino; 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 Itaquí Bacanga; Angelim; Bequimão e Cohama., Jordoá, João Paulo; Filipino; Alemanha; Coroado; Bairro de Fátima; Radional; Santa Cruz e Adjacências; São Cristóvão; Parque Universitário; São Bernardo e João de Deus.

b) Sistema Sacavém: Centro, Bairro de Fátima, Codozinho, Vila Bessa, Belira, Lira, Vila Bangu, Coréia de Baixo, Coréia de Cima, Sítio do Meio, Alto da Boa Vista, Tomé de Sousa Fé em Deus, Floresta, Cambôa, Diamante, Liberdade, Promorar, parte do Monte Castelo, Vila Passos, Retiro Natal, Areinha, Apicum, Goiabal, Macaúba, São Pantaleão, Madre Deus, Desterro, Praia Grande (Projeto Reviver I e Reviver II)

c) Sistema Paciência I: Cohatrac, Cohab Anil, Itapiracó, Cohatrac I, II, III, IV e V, Conj. Primavera, Alvorada, Cohabiano, Conj. Araçagy I, II e III, Residencial Itaguará I e II, Residencial Planalto Anil I, II, e III, Jardim das Margaridas, Aurora, Planalto Aurora, Forquilha, Vila Isabel Cafeteira, Anil, Cruzeiro do Anil, Vila Botafogo do Anil, Brasília do Anil, Pão de Açúcar, Alto do Pinho, Jardim de Fátima, Conj. Santos Dumont, Parque Aurora, Trizidela da Maioba, Residencial Araçagy I e II; Parque dos Sabiás; Jardim Primavera;.

d) Sistema Olho D'água: Solar dos Lusíadas, Solar dos Lusitanos, Conj. Turú I, II e III, Jardim Eldorado, Loteamento Brasil, Divinéia, Olho d' Água, Sol e Mar, Vila Luisão, Santa Rosa, Turú Velho, Matões, Parque Vitória, Vivendas do Turú, Vila São José, Canudos, Terra Livre.

Cabe ressaltar que, foi realizada a última inspeção no Sistema Olho D'água, dia no 22 de março de 2006, pela Vigilância Sanitária e logo no segundo semestre, após várias exigências

da autoridade de saúde pública, para adequação do Sistema às normas da Portaria 518/04, foi desativado e permanece assim até hoje. Segundo informações da Gerente de Operações área metropolitana da CAEMA, o Sistema do Olho D'água não está funcionando porque a CAEMA não teve recurso financeiro para concluir as obras de manutenção deste, uma vez, que são imprescindíveis para o bom funcionamento no tratamento e distribuição da água. Portanto, teve que optar por realizar manobras na rede para que o Sistema Italuis, e alguns poços isolados de responsabilidade da mesma empresa ficassem responsáveis pelo abastecimento da água nos bairros antes, abastecidos pelo sistema Olho D'água.

## **12.2 Bairros com maior ocorrência de casos doenças de veiculação hídrica em São Luís**

As doenças de veiculação hídrica, diarreia aguda e hepatite A, de maior ocorrência levantadas nos bairros da área urbana de São Luís, estão intimamente associadas com a falta de saneamento básico e conseqüentemente precárias condições de vida a que estão submetidos a população da área em estudo, associados à carência de informação sobre formas de contágio e programas de educação sanitária e ambiental nesses locais desprovidos de infra-estrutura sanitária.

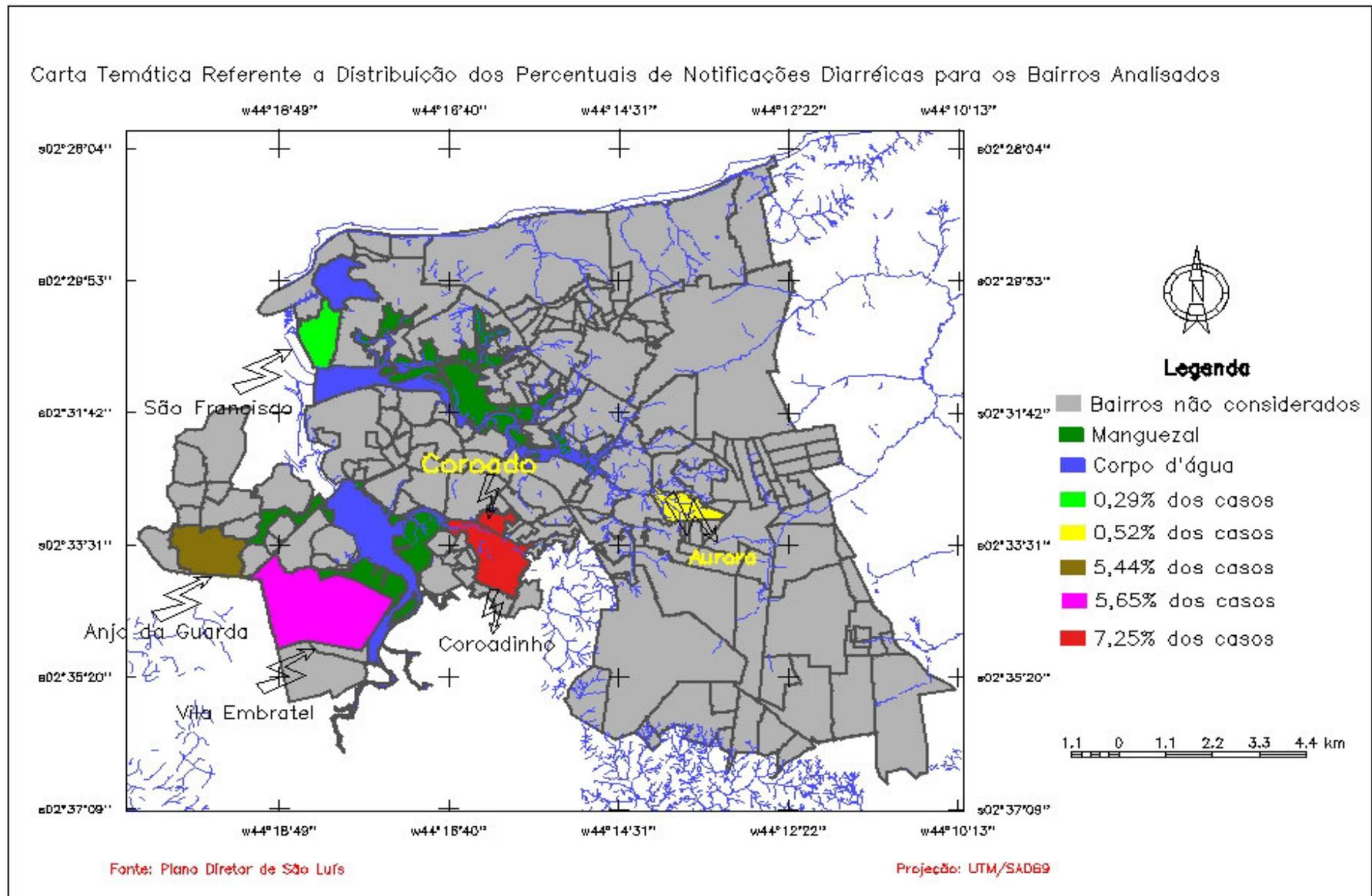
O uso da diarreia como indicador prevalece por ser ela um sinal comum a diversas patologias, com uma diversidade de vias de transmissão e agentes etiológicos, para o qual os aspectos relacionados ao consumo de bens e de serviços ou condições socioeconômicas são muito relevantes. Entretanto o vírus da hepatite A, tem uma alta incidência em comunidades com a presença de poluição fecal nos corpos hídricos.

Um dos indicadores mais utilizados para se avaliar os impactos do saneamento sobre a saúde é a incidência de enfermidades diarreicas, devido aos seguintes fatores principais: (a) importância sobre a saúde pública; (b) validade, confiabilidade, custo e exequibilidade dos

instrumentos empregados na sua determinação e (c) capacidade de resposta a alterações nas condições de saneamento. (OLIVEIRA, E. R.. et al).

Para entender melhor como se manifesta a diarreia no ser humano, segue alguns dados sobre a doença, iniciando com a definição que é o aumento do número de evacuações (fezes não necessariamente líquidas) e/ou a presença de fezes amolecidas ou até líquidas. Essa doença causa infecções no ser humano, e tem como agente os vírus, bactérias ou parasitas. Dentre os vários fatores que provocam a diarreia no ser humano estão também a ingestão de água contaminada ou alimentos estragados. Para a população se prevenir de tal doença, é necessário ter muita atenção, principalmente nos hábitos higiênico- sanitários das famílias (indivíduo) e da sociedade (coletivo).

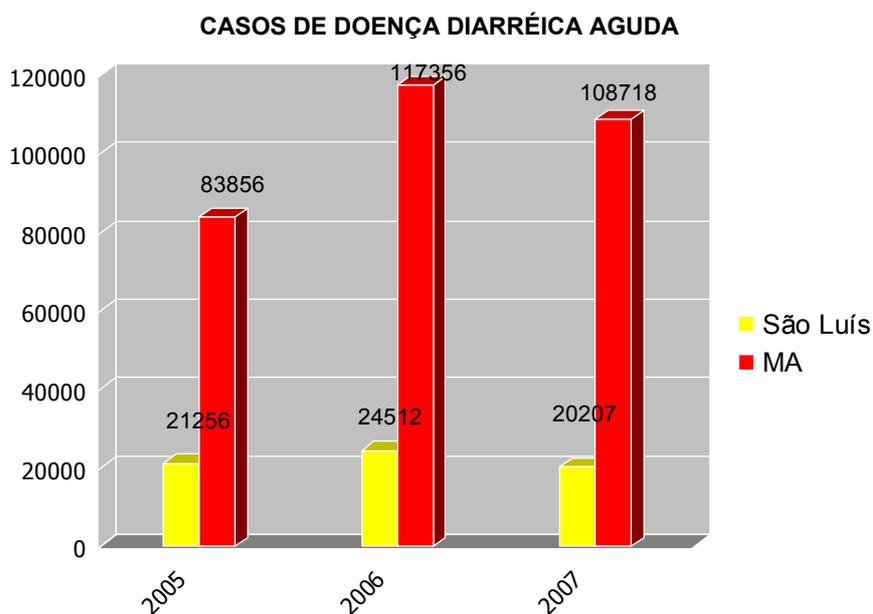
Mapa 2. Bairros com maior ocorrência de casos de diarreia aguda em São Luis



O mapa 2, mostra a distribuição espacial dos bairros com maior número de ocorrências de diarreia aguda em São Luis no ano de 2007. Dos bairros com notificação, foram selecionados 07 com o critério de número de ocorrências maior ou igual a 500 casos, são eles: São Francisco, Anjo da Guarda, Vila Embratel, Coroado, Coroadinho, Parque Jaguarema, abastecidos pelo Sistema Italuís e o bairro da Aurora, abastecido pelo Sistema Paciência.. Possuem também como característica, localizarem-se na área central de São Luis e circunvizinhos dos rios Anil e Bacanga.

Vejamos, portanto o comportamento dessa doença de veiculação hídrica: a diarreia, no Estado do Maranhão e no município de São Luis, durante o período de 2005 a 2007. Em primeiro lugar, verifica-se as notificações para diarreia aguda no Estado, com seus respectivos valores: em 2005, foram registrados 83.856 casos, enquanto que em 2006, foram 117.356 casos; já no ano de 2007 foram notificados 108.718 casos.

Gráfico 2. Evolução dos casos de Diarreia na capital e Estado-MA



Fonte: Lacen.2008.

Com base nesses dados podemos observar que no Estado houve uma evolução no número de casos, do ano de 2005 para o ano de 2006, correspondendo a 33.500 notificações a mais; comparando o ano de 2006 com o ano de 2007, nota-se que já houve um declínio de 8.638 ocorrências, valor este que para a Secretaria Estadual de Saúde, ainda com a diminuição de notificação de casos de diarreia em São Luis em 2007, considera-se grave tais índices. Logo, atribuem esses índices tanto a falta de saneamento básico nos municípios do Estado, principalmente na área rural, quanto à falta de estruturação das equipes dos Programas de Saúde da Família e dos Agentes Comunitários, no interior do Estado.

Em São Luis, no ano de 2005 foram notificados 21.256 casos; em 2006 foram notificados 24.512 casos. A diferença do ano de 2005 para o ano de 2006 foi um aumento de 3.256 casos de diarreia. Já em 2007 foram notificados 20.207 casos de diarreia, isso implica que houve um decréscimo em relação ao ano de 2006 de 4.305 casos. As ocorrências de São Luis, como se percebe, tecnicamente não foram relevantes de um ano para outro, entretanto, a Secretaria Municipal de Saúde acredita que as ocorrências estão diminuindo consideravelmente e atribuem esse fator a intensificação das equipes de Estratégia de Saúde da Família na capital, pois possuem mais estrutura e apoio do que as equipes do interior do Estado.

Tabela 7. Bairros selecionados com maior número de casos de diarreia aguda em São Luis

BAIRROS SELECIONADOS	DIARRÉIA	
	Nº CASOS	% em relação ao total de casos em São Luis - 2007
Aurora/ Pq. Jaguarema	107	0,52
São Francisco	59	0,29
Vila Embratel	1141	5,65
Anjo da Guarda	1100	5,44
Coroadinho/ Coroado	1470	7,27

Fonte: Coordenação Geral da ESF- Estratégia de Saúde da Família. Secretaria Municipal de Saúde de São Luis/MA.

As notificações de diarreia aguda para esses bairros correspondem a 19,7% do total de 20.207 notificações no município. Os bairros da Aurora e Pq. Jaguarema contam com 107 (0,52%) casos, São Francisco conta com 59 (0,29%) casos ; o bairro da Vila Embratel notificou 1141 (5,65%), enquanto que o bairro Anjo da Guarda com 1100 (5,44%) e por fim Coroadinho /Coroado notificaram 1470 (7,27%) casos. Lembrando que esses bairros são abastecidos pelo Sistema Italuís.

Todos esses bairros são abastecidos pelo sistema Italuís. Inúmeros fatores podem estar intimamente ligados às ocorrências nesses bairros, dentre os mais prováveis estão as precárias condições de infra-estrutura em que vivem essas famílias; a deficiência no abastecimento público de água, a água consumida da rede não atender aos padrões de potabilidade da Portaria 518/04; seja por intermitência no fornecimento da água tratada, que é uma constante na capital, seja até mesmo por ausência de rede pública de abastecimento, forçando as famílias a buscar soluções alternativas da água para consumo, tais como: perfuração de poços, atingindo o lençol freático, que por sua vez está mais próximo ao nível piezométrico e conseqüentemente mais suscetível à contaminação; outra fonte alternativa é o próprio rio, pois os bairros em questão localizam-se no entorno dos rios Anil e Bacanga, que por sua vez encontram-se poluídos (esgotos, resíduos sólidos etc.).

Ademais, as equipes de Saúde da Família e Agentes comunitários de saúde, relatam que têm dificuldades de efetivar ações estratégicas integradas entre o Setor Saúde e as comunidades acometidas por essas doenças, uma vez que o Poder Público não oferece condições satisfatórias de infra-estrutura no ambiente em que habitam, como abastecimento de água, esgotamento sanitário e destinação final dos resíduos sólidos para que as famílias convivam em condições salubres. Estas informações foram fornecidas pela Coordenação de Monitoramento de Doenças Diarréicas Agudas da Secretaria Municipal de Saúde de São Luis.

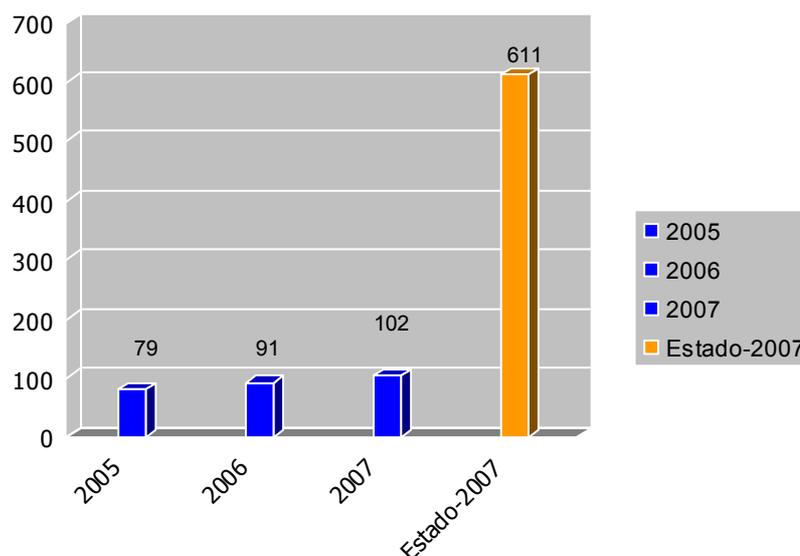
A hepatite A é uma doença infecciosa aguda, que produz inflamação e necrose do fígado, que tem como via de transmissão a água e alimentos contaminados. Possui como principais sintomas, a icterícia (pele e olhos amarelados), fadiga, falta de apetite, náuseas e dores

articulares e musculares, febre baixa e dor no fígado. A sua prevenção é feita adotando medidas higiênicas como lavar as mãos, usar água potável, lavar os alimentos antes de consumi-los.

No Estado do Maranhão, só no ano de 2007 foram notificados 611 casos de hepatite A, considerado alto, uma vez que as Secretarias Municipais de Saúde, se mobilizaram e intensificaram as campanhas de vacinação em todo o Estado.

No gráfico 3 abaixo, observa-se a evolução da doença em São Luis, no período de 2005 a 2007, onde houve um aumento no número de ocorrências. No ano de 2005, foram notificados 79 casos, evoluiu em 2006 para 91 casos notificados e em 2007 fechou com 102 casos de hepatite A, notificados no município. Esses números podem ser ainda maiores, segundo a Vigilância Epidemiológica de São Luis, ao considerar que há pessoas que não procuram a rede de assistência médica, optando por tratar-se em suas próprias residências, portanto os casos não são reconhecidos oficialmente e ainda àquelas pessoas que têm a doença e não sabem, que se trata da hepatite A.

Gráfico 3. Casos de Hepatite A em São Luís e no MA – 2005 a 2007



Fonte: Coordenação Geral da ESF- Estratégia de Saúde da Família. Secretaria Municipal de Saúde de São Luis/MA.

Tabela 8. Bairros selecionados com casos de hepatite A

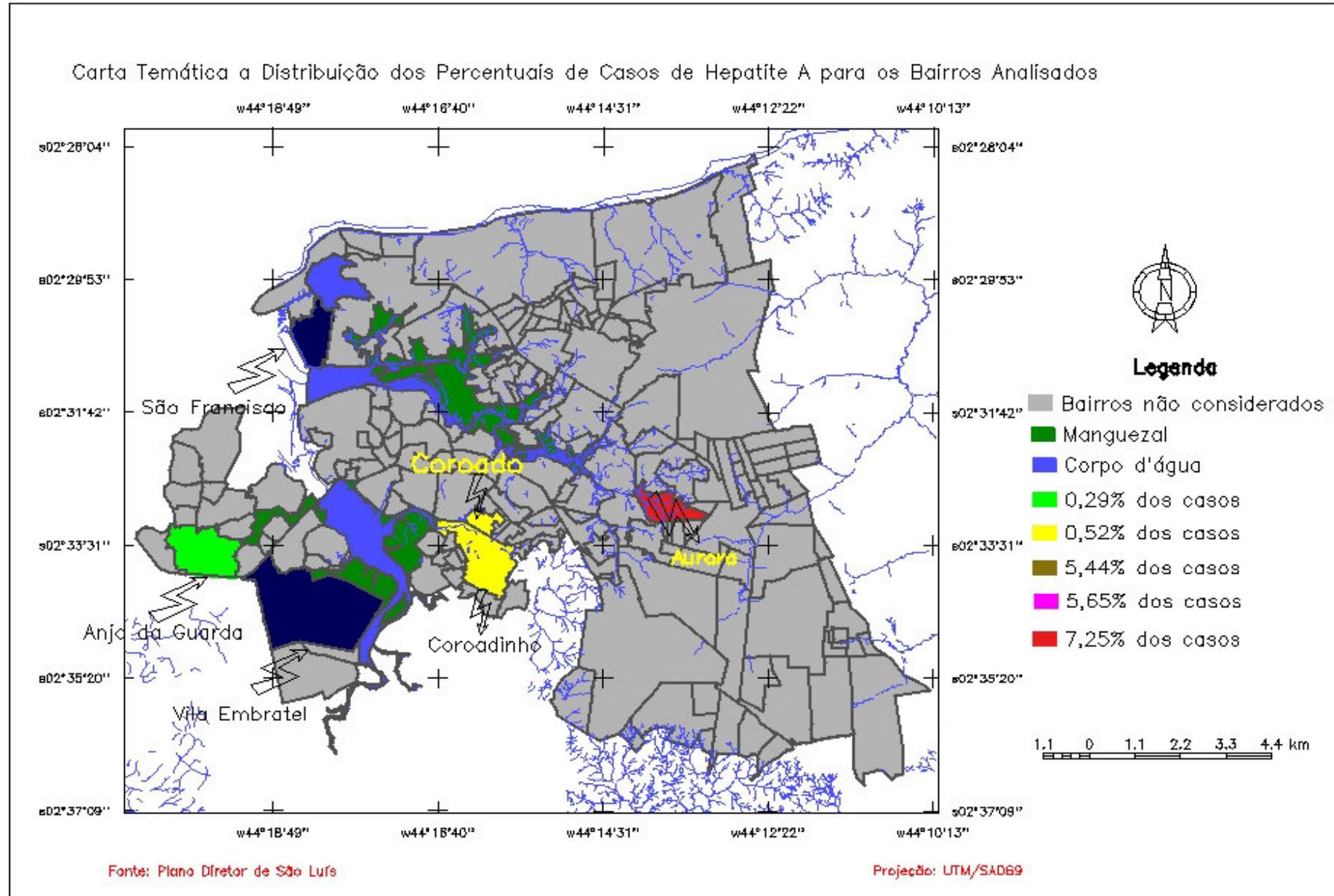
BAIRROS SELECIONADOS	HEPATITE A	
	Nº CASOS	% em relação ao total de casos em São Luis
Aurora/ Pq. Jaguarema	13	12,7
São Francisco	06	5,8
Vila Embratel	06	5,8
Anjo da Guarda	03	2,9
Coroadinho/ Coroadado	04	3,9

Fonte: Coordenação Geral da ESF- Estratégia de Saúde da Família. Secretaria Municipal de Saúde de São Luis/MA.

A tabela 8, mostra o nº de ocorrências de hepatite A, para os bairros previamente selecionados para a pesquisa com ocorrência de hepatite A, maior ou igual a cinco casos. Entretanto, também foram inclusos na tabela 8, os bairros Anjo da Guarda, Coroadinho e Coroadado, que apesar de estarem abaixo do critério adotado pela pesquisa que são de 05 casos, permaneceram com seu percentual descrito a seguir, tão somente a título de informação sobre tais bairros sobre a doença, uma vez que configuram como bairros com percentual elevado de casos de diarreia selecionados nesta pesquisa e apresentados na tabela 7. Pois bem, do total dos 102 casos notificados de hepatite A com ocorrências em 262 bairros de São Luis, destacam-se os bairros selecionados pela pesquisa com os seguintes valores: bairro da Aurora e Parque Jaguarema houve ocorrência de 13 casos (12,7%), enquanto que no bairro do São Francisco ocorreram 06 casos(5,8%), na Vila Embratel também ocorreram 06 casos (5,8%), no bairro do Anjo da Guarda, 03(2,9%) casos e por fim nos bairros Coroadinho e Coroadado houve ocorrência de 04 (3,9%) de casos. Os percentuais encontrados na tabela 8, foram calculados com base no total dos 102 casos de ocorrências em São Luis. É certo ressaltar que todos os bairros com maior ocorrência de casos de hepatite A e diarreia, são abastecidos pelo Sistema Italuís, com exceção do bairro da Aurora, abastecido pelo sistema Paciência, fato este levado em consideração na análise dos resultados.

As notificações de hepatite A para esses bairros correspondem a 31,1% do total de notificações no município, o que gera uma grande preocupação, uma vez que esses bairros estão numa área central do município e no entorno dos principais rios de São Luis, o Anil e o Bacanga, que por vezes, sofrem com pequenas inundações no período chuvoso, pois que a maioria das famílias, nesses bairros habitam em condições precárias, sem infra-estrutura urbana, com abastecimento de água e esgotos quase inexistentes ou inoperantes, além de algumas dessas famílias buscar o seu sustento das atividades de pesca artesanal nesses rios, o que gera mais um motivo de preocupação, uma vez que estes se encontram poluídos por ações de ordem antrópica e ambiental, agravando a probabilidade das famílias contraírem doenças de veiculação hídrica como hepatites e diarreias. Portanto se fez necessário o levantamento do perfil socioambiental das famílias desses bairros, para que fosse avaliada a condição em que vivem tais famílias e os serviços públicos ofertados às mesmas, onde se relacionou as doenças de via hídrica: diarreia e hepatite A e as condições socioambientais dos moradores desses bairros abordados por este estudo.

Mapa 3. Bairros com maior ocorrência de Hepatite A em São Luís



Alguns estudos comprovam a correlação entre níveis sócio-econômicos com a incidência de doenças relacionadas com saneamento; como MEDRONHO (1999) afirma que estudos epidemiológicos demonstraram uma forte associação entre nível sócio-econômico baixo e condições de higiene e saneamento precárias com incidência de Hepatite A. Utilizou o geoprocessamento para associar áreas de risco de Hepatite A com a qualidade de vida de uma região do município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro. Analisou a distribuição espacial da Hepatite A, em 410 crianças menores de dez anos, residentes em dois setores censitários do segundo distrito do município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro. Para tal, utilizou técnicas geoestatísticas e concluiu que provavelmente, isto se deu às condições ambientais mais precárias da área de estudo, que permitiram uma disseminação maior da doença, onde foi possível identificar as áreas de maior risco para a ocorrência da doença que coincidiram com a proximidade dos valões, demonstrando a importância da ausência de saneamento na produção da doença. (MEDRONHO, 1999).

Em São Luis, foi realizado um estudo que discorreu sobre a análise espacial da situação sanitária e sua consequência na distribuição de casos de hepatite A na Bacia do rio Anil, no período de 2001 a 2004, e teve como principal objetivo, analisar espacialmente a distribuição de casos de Hepatite A, relacionando-os à situação sanitária nos bairros inseridos na bacia do rio Anil em São Luís-MA. Foi utilizada a Análise de Correlação, com o intuito de identificar o grau de associação entre as variáveis analisadas e quais os indicadores mais representativos. O resultado das análises revelou significativas associações entre os casos registrados de Hepatite A e os indicadores de baixa infra-estrutura dos serviços de saneamento nos bairros inseridos na bacia do rio Anil. Analisando o comportamento da doença no período de 2001 a 2004 pode ser visto que foram confirmados na Bacia do rio Anil, 97 casos de Hepatite A. Verificou-se que a maior concentração de casos confirmados da doença nos anos de 2001 a 2004 compreendeu a faixa etária de < 9 anos de idade totalizando 38,1% do total dos casos. (Caridade. E. O., Vaz dos Santos, M. C. F, Agosto 2007).

Nas regiões costeiras existe a grande afinidade com o marisco que normalmente retêm o vírus causando vários surtos de contaminação através de sua ingestão na alimentação sem o devido cuidado sanitário. A sobrevivência do vírus da hepatite A é maior em águas

naturais e são mais resistentes aos processos de tratamento do que os coliformes, entretanto a sua parcela na água tratada pode ser substancialmente menor. (MAXCY, ROSENAU, LAST, 1992).

PAULA *et al.* (2001) elaboraram uma pesquisa junto a comunidades ribeirinhas da região ocidental da bacia Amazônica, onde examinaram 349 indivíduos na faixa etária de 3 a 73 anos de idade e verificaram que os casos de Hepatite A, apresentavam clara correlação com as condições sanitárias precárias das localidades. Foi constatado que nenhuma das casas contava com serviço de coleta de esgotos e, conseqüentemente, havia contaminação na água para consumo.

Atualmente, as hepatites virais são consideradas um grande problema de saúde pública e encontram-se entre as mais importantes doenças infecciosas. No Brasil, o Ministério da Saúde estima que pelo menos 70% da população já teve contato com o vírus da hepatite A.

Alguns estudos comprovam a correlação entre níveis sócio-econômicos com a incidência de doenças relacionadas com saneamento; como MEDRONHO (1999) afirma que estudos epidemiológicos demonstraram uma forte associação entre nível sócio-econômico baixo e condições de higiene e saneamento precárias com incidência de Hepatite A. Utilizou o geoprocessamento para associar áreas de risco de Hepatite A com a qualidade de vida de uma região do município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro. Analisou a distribuição espacial da Hepatite A, em 410 crianças menores de dez anos, residentes em dois setores censitários do segundo distrito do município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro. Para tal, utilizou técnicas geoestatísticas e concluiu que provavelmente, isto se deu às condições ambientais mais precárias da área de estudo, que permitiram uma disseminação maior da doença, onde foi possível identificar as áreas de maior risco para a ocorrência da doença que coincidiram com a proximidade dos valões, demonstrando a importância da ausência de saneamento na produção da doença. MEDRONHO (1999).

Um estudo realizado em São Luis, discorreu sobre a análise espacial da situação sanitária e sua consequência na distribuição de casos de hepatite A na Bacia do rio Anil, no

período de 2001 a 2004, e teve como principal objetivo, analisar espacialmente a distribuição de casos de Hepatite A, relacionando-os à situação sanitária nos bairros inseridos na bacia do rio Anil em São Luís-MA. Foi utilizada a Análise de Correlação, com o intuito de identificar o grau de associação entre as variáveis analisadas e quais os indicadores mais representativos. O resultado das análises revelou significativas associações entre os casos registrados de Hepatite A e os indicadores de baixa infra-estrutura dos serviços de saneamento nos bairros inseridos na bacia do rio Anil. Analisando o comportamento da doença no período de 2001 a 2004 pode ser visto que foram confirmados na Bacia do rio Anil, 97 casos de Hepatite A. Verificou-se que a maior concentração de casos confirmados da doença nos anos de 2001 a 2004 compreendeu a faixa etária de < 9 anos de idade totalizando 38,1% do total dos casos. (Caridade. E. O., Vaz dos Santos, M. C. F. Agosto 2007).

Nas regiões costeiras existe a grande afinidade com o marisco que normalmente retêm o vírus causando vários surtos de contaminação através de sua ingestão na alimentação sem o devido cuidado sanitário. A sobrevivência do vírus da hepatite A é maior em águas naturais e são mais resistentes aos processos de tratamento do que os coliformes, entretanto a sua parcela na água tratada pode ser substancialmente menor. (MAXCY, ROSENAU, LAST, 1992).

PAULA *et al.* (2001) elaboraram uma pesquisa junto a comunidades ribeirinhas da região ocidental da bacia Amazônica, onde examinaram 349 indivíduos na faixa etária de 3 a 73 anos de idade e verificaram que os casos de Hepatite A, apresentavam clara correlação com as condições sanitárias precárias das localidades. Foi constatado que nenhuma das casas contava com serviço de coleta de esgotos e, conseqüentemente, havia contaminação na água para consumo.

Atualmente, as hepatites virais são consideradas um grande problema de saúde pública e encontram-se entre as mais importantes doenças infecciosas. No Brasil, o Ministério da Saúde estima que pelo menos 70% da população já teve contato com o vírus da hepatite A.

A existência de saneamento básico implica, dentre outras coisas, em melhoria da saúde da população e diminuição dos custos de tratamento d'água; melhoria do potencial produtivo das pessoas; dinamização da economia e geração de empregos; eliminação da poluição estética/visual e desenvolvimento do turismo; conservação ambiental; os objetivos primordiais do saneamento são o controle e prevenção de doenças, melhoria da qualidade de vida da população e facilitar a atividade econômica.

### **12.3 Perfil Socioambiental dos Bairros da Área Urbana de São Luís com maior ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica: Diarréia Aguda e Hepatite A**

Para entendermos o perfil socioambiental dos moradores da área urbana de São Luís, é preciso conhecer o conceito de saneamento, aqui definido pela Organização Mundial de Saúde (OMS,1993), que diz ser o “*controle de todos os fatores do meio físico do Homem que exercem ou podem exercer efeito deletério sobre seu bem-estar físico, mental e social*”.

Portanto, o individuo está intimamente ligado ao ambiente em que vive, ou seja, se o mesmo habita em ambientes insalubres, conseqüentemente está mais suscetível a adquirir doenças de origem higiênico-sanitárias, do que indivíduos que habitam em ambientes saudáveis.

Atualmente no Brasil, estima-se que 16% da população, ou 30,4 milhões de pessoas, não tenham acesso à água encanada, e 30%, ou 57 milhões de brasileiros não disponham de destino adequado para os dejetos diários. As regiões mais carentes, em termos relativos, são o Nordeste, com 51% da população sem saneamento adequado; e o Norte, onde a ausência de saneamento penaliza 48% da população. Nessas regiões também estão os maiores contingentes populacionais com privações de água de qualidade. Paradoxalmente na região Norte, onde estão os maiores reservatórios de água doce do planeta, 44% da população não têm acesso à água de qualidade nos domicílios. No Nordeste este percentual é de 25%. O desdobramento dessas carências mostra que elas são muito mais acentuadas nas áreas rurais de todo o Brasil. O mapeamento também sinaliza que em estados como Alagoas, Piauí, Maranhão, Paraíba, Acre, Rondônia e Ceará as situações são muito mais difíceis. (LEMOS, José.UFC)

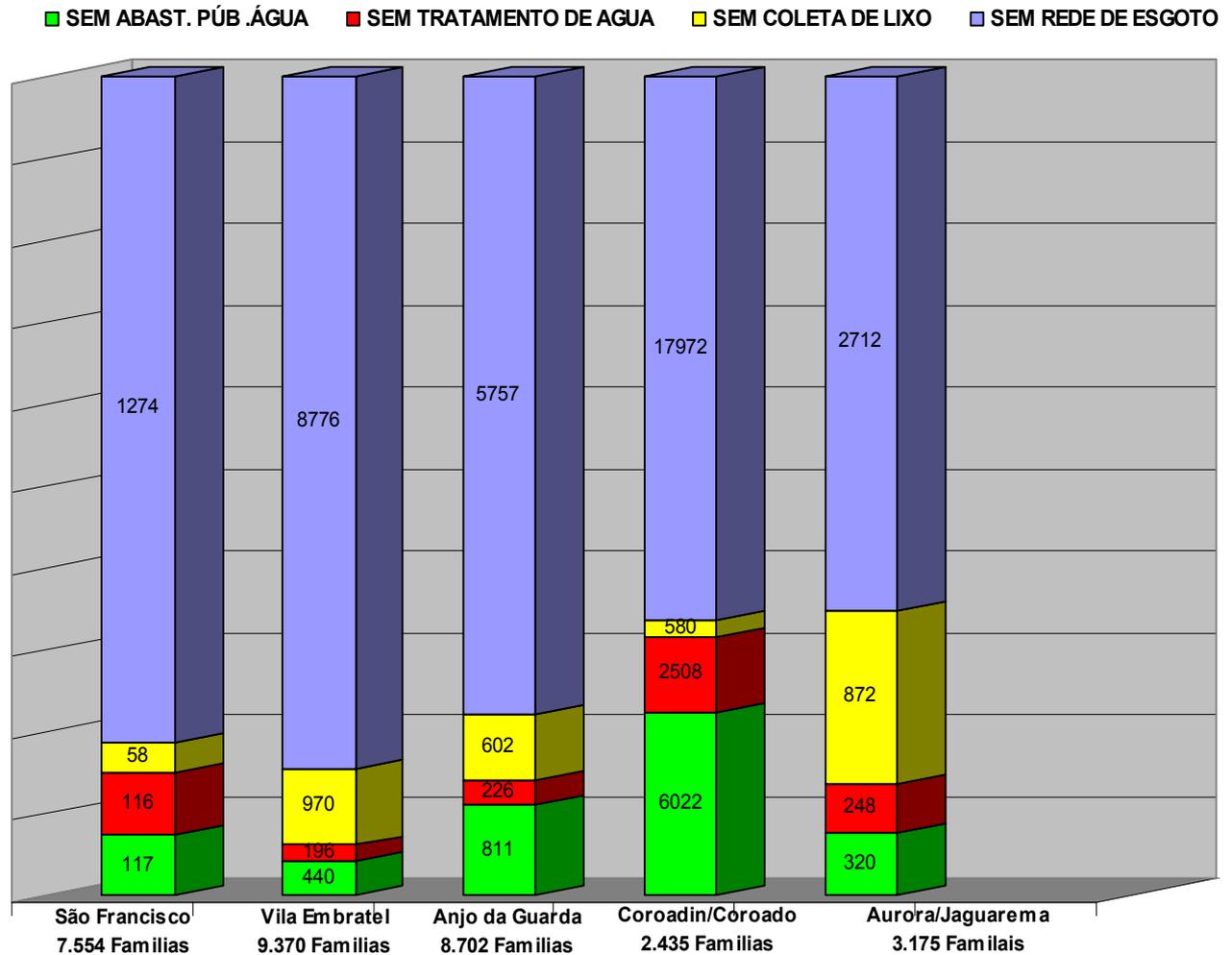
E mais, como a própria definição da OMS define, a saúde não é só ausência de doenças, mas também envolve outros fatores influenciadores do seu bem estar mental e social, como ambiente agradável, com condições salubres – saneamento básico efetivo –nas suas relações de trabalho, no ambiente em que habita.

Partindo dessa aceção de saúde, foi feito o levantamento do perfil socioambiental dos moradores dos bairros selecionados, com maior ocorrência de diarreia e hepatite A, de São Luis, notificados no ano de 2007. Foi considerada a condição de infra-estrutura a que estão submetidos, com as seguintes variáveis: famílias sem rede de distribuição; sem tratamento de água; sem coleta de resíduos sólidos (lixo); sem sistema de esgoto sanitário. Os dados do perfil foram cedidos pela Divisão de Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar da Coordenação da Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde de São Luis, os quais foram coletados *in loco*, pelas equipes de Agentes Comunitários de Saúde – ACS e equipes de Estratégia de Saúde da Família – ESF.

Tabela 9. Perfil socioambiental dos bairros com maior ocorrência de diarreia em São Luis

BAIRROS	N° FAMÍLIAS	%	SEM REDE DE DISTRIBUIÇÃO	%	SEM TRATAMENTO DE AGUA	%	SEM COLETA DE LIXO	%	SEM SISTEMA DE ESGOTO	%
São Francisco	7.554	15	117	2	116	4	58	2	1274	3
Vila Embratel	9.370	18	440	6	196	6	970	31	8776	24
Anjo da Guarda	8.702	17	811	11	226	7	602	20	5757	16
Coroadinho/ Coroado	22.435	43	6022	78	2508	76	580	19	17972	49
Aurora/Pq. Jaguarema	3.715	7	320	4	248	8	872	28	2712	7
<b>Total de Famílias</b>	<b>51.776</b>	<b>100</b>	<b>7.710</b>	<b>14,89</b>	<b>3.294</b>	<b>6,36</b>	<b>3.082</b>	<b>5,95</b>	<b>36.491</b>	<b>70,47</b>

Fonte: Coordenação Geral da ESF- Estratégia de Saúde da Família. Secretaria Municipal de Saúde de São Luis/MA.

Gráfico 4. **Perfi Sócio-Ambiental dos Bairros com maior ocorrência de Diarreia em São Luís- 2007**

Fonte: Coordenação Geral da ESF- Estratégia de Saúde da Família. Secretaria Municipal de Saúde de São Luís/MA.

Os bairros de São Luís estão divididos estrategicamente em 07 Distritos Sanitários (DS), para facilitar as ações implementadas pelas equipes de Saúde da Família e Agentes Comunitários, como segue: Distritos do Bequimão, Centro, Cohab, Coroadinho, Itaqui-Bacanga, Tirirical e Vila Esperança. Os bairros selecionados para demonstrar o perfil socioambiental, estão inseridos nos seguintes distritos: bairro São Francisco pertence ao Distrito Sanitário do Centro; os bairros da Vila Embratel e Anjo da Guarda pertencem ao Distrito Sanitário do Itaqui-Bacanga; os bairros do Coroadinho e Coroado pertencem ao Distrito Sanitário do Coroadinho e os bairros Aurora e Parque Jaguarema pertencem ao Distrito Sanitário da Cohab.

Os bairros do Coroadinho e Coroadó, foram avaliados conjuntamente pelas equipes de ESF, pelo fato de estarem muito próximos e de que normalmente a maioria dos moradores acometidos de enfermidades se locomoverem para a mesma unidade de saúde, o Centro de Saúde Antonio Guanaré, localizado no bairro do Coroadinho. O mesmo ocorre com os bairros Aurora e Parque Jaguarema, onde os moradores se submetem a assistência médica no Centro de Saúde Cohab-Anil. Os demais Vila Embratel, Anjo da Guarda e São Francisco foram avaliados em separado, pelas equipes. O levantamento realizado nos bairros abrangeu um total de 51.776 famílias.

Com base nos dados do perfil socioambiental, verificou-se que do total de 51.776 das famílias cadastradas pela Secretaria Municipal de Saúde, 7.710 (14,89%) das famílias não possuem rede de distribuição de água potável proveniente de sistemas de abastecimento; cabe esclarecer que estas utilizam soluções alternativas coletivas, popularmente conhecidas como poços freáticos ou poços rasos para suprirem suas necessidades de consumo. Dessas famílias que não possuem rede de distribuição, 3.294 (6,36%) não utilizam nenhum tratamento de água dos poços, ainda que domiciliar, tais como: filtração, fervura e cloração com hipoclorito de sódio distribuído pelas equipes dos ACS – Agentes Comunitários de Saúde, o que aumenta o risco de contaminação da água do poço, por bactérias, vírus, helmintos e protozoários, agentes patogênicos típicos de locais insalubres.

Para corroborar com a situação sanitária dos moradores, do total das famílias cadastradas, ou seja, 51.776 (100%), temos 3.082 (5,95%) das famílias, com ausência de coleta pública de lixo, o que contribui ainda mais para as precárias condições higiênico-sanitárias dessas famílias. Estas por sua vez têm como alternativa para destinação dos seus dejetos, a queima, enterramento e disposição a “céu aberto”, o que gera um problema ambiental e de saúde grave, pois a fumaça- dióxido de carbono - que emana da combustão do lixo, é altamente tóxica, ocasionando problemas respiratórios, além da contaminação ambiental tanto do ar como do solo, onde os principais microrganismos encontrados nos resíduos são bactérias, fungos, protozoários, algas e vírus, podendo inclusive contaminar os lençóis subterrâneos, quando expostos diretamente no solo.

Temos ainda como perfil socioambiental, a ausência de sistemas público de esgotamento sanitário, em 36.491 (70,47%) do total dessas famílias sem esse benefício, ou seja, mais da metade desses moradores utilizam outras soluções alternativas para a destinação dos seus dejetos, tais como: uso das fossas secas ou fossas negras – que são buracos escavados no chão, ou seja, nos quintais das moradias, para depósitos das excretas.

Essas soluções são inviáveis do ponto de vista ambiental, pois são vias diretas de contaminação do solo, sendo que no período chuvoso, há percolação mais rápida nos terrenos, principalmente os que se localizam próximos aos rios e podem vir a contaminar diretamente os lençóis freáticos, os quais abastecem os poços que servem de soluções alternativas para consumo de água desses moradores. Daí surgem os surtos epidêmicos provenientes das doenças de veiculação hídrica, tais como diarreia, a mais comum, devido a problemas gastrointestinais adquiridos durante o consumo da água contaminada e outras doenças graves como a hepatite A.

Na maior parte dos casos, as doenças transmitidas pela água contaminada acometem a população na sua forma feco-oral, entre elas a febre tifóide, cólera, giardíase, amebíase, hepatite e diarreia. Tais doenças poderiam ser facilmente evitadas com a implantação de rede coletora de esgotos. implantação de sistemas de abastecimento e tratamento da água, com fornecimento em quantidade e qualidade suficientes para consumo humano, uso doméstico e coletivo e a proteção da contaminação dos mananciais e fontes de água.

#### **12.4 Atividades Antropogênicas e Degradação Ambiental da Rede Hidrográfica de São Luis – Principais Rios**

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2000), 2,4 bilhões de pessoas (quase a metade da população do planeta) não vivem em condições aceitáveis de saneamento, enquanto 1,1 bilhão de pessoas não têm acesso a um adequado abastecimento de água. No Brasil, 36,1% dos domicílios não são abastecidos de água por rede geral, 7,2% do volume de água distribuída não recebe tratamento e 47,8% dos municípios não contam com serviço de esgotamento sanitário (IBGE, 2002).

O densamento urbano associado ao precário saneamento básico compõem um quadro de difícil equacionamento, em que crescem demandas por água para abastecimento público e eleva-se a geração de esgotos não-coletados e não-tratados, que ocasionalmente atingem os mananciais de abastecimento, requerendo maiores cuidados no tratamento da água para sua distribuição à população, agregando maiores ônus, sobretudo em termos de riscos à saúde pública.

De acordo com estimativas, por volta de 2025, mais de 03 bilhões de pessoas poderão viver em países sujeitos a pressão sobre os recursos hídricos – e 14 países vão passar de uma situação de pressão sobre os recursos hídricos para uma de escassez efetiva. Países densamente povoados, como a China e a Índia, integrarão o clube mundial dos ameaçados por falta de água. Essas estimativas sobre o futuro trazem a tona grandes preocupações relacionadas à qualidade de vida, saúde e segurança das pessoas que vivem em vários países, pois se atualmente não se consegue atender as demandas básicas da maioria da população, o que se dirá daqui há alguns anos quando a população, segundo projeções demográficas, for ainda maior. (PNUD, 2006).

A dimensão sobre uma possível crise da água mencionada acima, pode ser estimada quando se examinam, alguns fatores ambientais de relevante interesse à saúde pública, quanto à precariedade dos sistemas de abastecimento de água e sistemas de esgotamento sanitários e industriais; o uso contínuo e abusivo de defensivos agrícolas; a inadequação das soluções utilizadas para o destino dos resíduos sólidos e a ausência ou ineficiência de medidas de proteção contra enchentes, erosão, assoreamentos, políticas de proteção dos mananciais; e ainda os níveis de poluição e contaminação hídrica, atmosférica, do solo, do subsolo e alimentar em que o meio está suscetível, refletindo diretamente na saúde pública.

No entanto, há cada vez mais uma preocupação evidente quando se nota; de um lado, o esbanjamento e o verdadeiro desperdício de água por parte daqueles que a julgam um bem privado e infinito. De outro lado, já se faz sentir a escassez desse recurso, sobretudo nas grandes cidades, onde o rodízio compulsório para sua utilização tornou-se uma realidade.

Nas bacias hidrográficas mais urbanizadas, especialmente nos países em desenvolvimento, o uso urbano costuma ser o principal responsável pela poluição orgânica dos rios, devido ao lançamento constante de efluentes sanitários de residências e empresas praticamente sem tratamento. (VARGAS, M. C., 1999).

O Estado do Maranhão é formado, principalmente por 13 bacias hidrográficas, mas somente o rio Itapecuru e o rio Bacanga possuem as suas nascentes em áreas de preservação ambiental. No Maranhão, a primeira Unidade de Conservação foi criada em 1942, na ilha de São Luis, incluindo áreas de manguezais, que são utilizados tradicionalmente pela população local, mas as estimativas dos estoques atuais das espécies dos manguezais indicam que não há sustentabilidade para uma exploração comercial. (Mochel, F. R. et al. 2001)

A maior parte dos desmatamentos ocorridos na área se dá em consequência da urbanização de forma desordenada, caracterizando a principal e mais significativa forma de ocupação do solo. Não importando o fato de estar protegido por lei, a degradação do Parque vem se agravando constantemente. Observa-se que há um processo acelerado de retirada da vegetação que são usados para a construção civil e corte da vegetação para a queima de carvão.

O rio Itapecuru, que ganha destaque neste item, por ser responsável pelo abastecimento de grande parte da água que São Luis consome, nasce entre as serras da Cruieira e Alpercatas, no Município de Itapecuru-Mirim, que fica há 108 km da capital do Estado, nos domínios do Parque do Mirador, em altitudes em torno de 500 m, percorrendo uma extensão de aproximadamente 1.050 Km, passando por 51 municípios maranhenses, que segundo Enner Alcântara, influencia direta ou indiretamente a vida de cerca de 2.5 milhões de pessoas, o equivalente a 50% da população do Maranhão, até sua desembocadura na baía do Arraial, no sul da ilha de São Luis.

As águas desse rio proporcionam usos múltiplos tais como: abastecimento para a cidade de São Luis e de todas as cidades ribeirinhas e/ ou adjacentes, transporte, recreação, irrigação, pesca, dessedentação de animais, agricultura de vazante, piscicultura e uma atividade bem característica da região que é o uso para a lavagem de roupas. Isto ocorre mesmo onde existe rede de distribuição d'água. O Sistema de Abastecimento de água Italuís foi inaugurado em 1983 como solução para o problema da falta d'água na capital. Após várias tentativas de resolver

a questão, técnicos da Caema decidiram considerar a possibilidade de transposição de água da bacia do rio Itapecuru para a ilha de São Luís.

O sistema produtor do Italuís é composto de captação no Rio Itapecuru, adutoras de água bruta e de água tratada, estação de tratamento e unidades de estações rebaixadoras de energia elétrica e hidráulica e é responsável pelo abastecimento de 60% da capital maranhense.(CAEMA,2007).

A qualidade das águas do Itapecuru vem sendo prejudicada pelos grandes projetos agropecuários implantados em seus vales através de insumos empregados nas atividades agrícolas, a poluição por águas residuárias e domésticas de um crescente contingente populacional da sua bacia. Na foz do Itapecuru ocorre um número considerável de olarias que causam o carreamento de sólidos para a bacia em função da extração de argila. (Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão. 1991).

No município de São Luis, as bacias fluviais são formadas por quinze rios: Anil, Bacanga, Tibiri, Antônio Esteves, Paciência, Batatã, Cururuca, Maracanã, Calhau, Pimenta, Jaguarema, Claro, Jeniparana, Pedrinhas e Coqueiro. Esses rios são de pequeno porte, cuja hidrodinâmica é influenciada pelas marés, que nesta região do Estado, têm amplitude média de sete metros.

Dentre estes, os rios Anil e Bacanga têm um significado especial para o município de São Luís por drenarem áreas do perímetro da zona urbana. Tais bacias têm passado por um processo contínuo de descaracterização ambiental em consequência do desenvolvimento urbano não planejado, com sérios impactos ambientais resultantes da desordenada ocupação do solo e da falta de estrutura sanitária.

O rio Bacanga, abriga uma das maiores áreas verdes do Estado, possui 9.500m de extensão e conta com uma grande biodiversidade de espécies, o que ressalta a sua importância como unidade de conservação e o que levou o poder público a criar o Parque Estadual do Bacanga, que foi estabelecido pelo Decreto Estadual nº 7.545, de 02 de março de 1980.

As obras de construção da Barragem do Bacanga, foram executadas há cerca de 35 anos e possui 800 metros de extensão. Localizada no início da BR 135, entre a avenida Vitorino Freire e o acesso à Universidade Federal do Maranhão, funciona como ligação rodoviária entre o centro da cidade e a área Itaqui-Bacanga e ainda para evitar enchentes no bairro de Fátima e áreas vizinhas, a barragem não passou ao longo do tempo por nenhum trabalho de conservação, sofrendo o desgaste natural do tempo pela absoluta falta de preservação.

Todavia, os fundamentos que justificaram a construção da barragem, não tem sido adequadamente documentados, o que gerou uma série de especulações sobre a real concepção da obra: Geração de energia elétrica; Reduzir a distância ao Porto de 36Km para apenas 9km, o que era bastante significativo para o crescimento do Porto do Itaqui, Formação do lago artificial para auxiliar no processo de urbanização e de saneamento da cidade. (Eletrobrás:Relatório, 1980)

A barragem foi construída parcialmente com aterro hidráulico até a cota +6,0m, complementado com solo lançado até a cota +8,4m; \item Em uma das extremidades, um vertedouro de concreto, de 42,5m de largura, com três vãos de 12,5m munidos de comportas-setor (6,0 x 12,5 m), permitindo um escoamento dirigido e controlado, sendo acionados por um mecanismo de levantamento elétrico, simultaneamente, e de preferência quando o nível do reservatório alcançasse a cota máxima; O aterro possibilitaria acumulação de água até 6,5m (admitida como cota máxima de preamar) e o vertedouro o enchimento e o esvaziamento do lago artificial criado; sobre o vertedouro uma ponte de concreto armado capaz de assegurar a continuidade da travessia. (LIMA,S. L et al.)

A Barragem conta com sete comportas, das quais somente duas estariam funcionando. Elas são abertas quinzenalmente para renovação da água, o que garante a oxigenação necessária para a sobrevivência dos peixes. Através das comportas, permite que sejam escoadas as águas que se acumulam na época das chuvas.

Os acidentes envolvendo grandes quantidades de peixes mortos não são raros no local. Na década de 80, o Governo do Estado realizou uma intervenção no conjunto de comportas, para

tentar contornar problemas como alagamentos causado pela perda de uma delas. Posteriormente, houve diversas operações de manutenção. No final da década de 90, a barragem perdeu mais uma comporta. A partir daí não foram feitas manutenções regulares e eficientes. Daí, o Governo Estadual, no início de 2007, realiza obras de recuperação da comporta e entrega em junho de 2007 a Barragem com a substituição da comporta que estava comprometida e tratamento das seis menores, estilo guilhotina.

Segundo Lima et al. Integrantes do Núcleo de Energias Alternativas – NEA, da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, que participaram do projeto da Usina Maremotriz do Bacanga, a ocupação urbana que ocorreu devido ao nível de água do reservatório, ser mantido na cota +2,50m, o que facilitou a ocupação das áreas baixas, anteriormente submersas pela preamar. A ocupação teve maior impulso em 1973, quando foi construída a avenida Presidente Médici, marginal ao lado direito do reservatório, prolongando-se ao longo do rio das Bicas.

Durante o processo de ocupação, desenvolveram-se os bairros do Coroado e Coroadinho, situados em terrenos mais baixos que a avenida, e em 1980 já comportava uma população superior a 20 mil habitantes.

São Luís ainda tem três áreas principais sujeitas a alagamento pela Barragem. A informação é do comandante da Defesa Civil Municipal, coronel Alberto James Domingues Paz. Com as comportas da barragem do Bacanga funcionando, é ínfimo o risco de uma tragédia com alagamento dos bairros circunvizinhos, como a que ocorreu em abril de 2007, na área Itaqui-Bacanga e teve 235 famílias atingidas, segundo o cadastro da Defesa Civil, tendo como mais atingidos os bairros do Sá Viana e Jambeiro, além de afetar também os bairros do Coroadinho e Bom Jesus. Entretanto, a área Itaqui-Bacanga continua a ser uma das áreas consideradas de risco. Os bairros mais sujeitos a tal risco são: o Sá Viana, Vila Embratel, Jambeiro e Anjo da Guarda e ainda o bairro do Coroadinho e suas vizinhanças.

Além do risco à saúde da população dessas áreas já mencionadas, devido a inundações, pela facilidade na transmissão de doenças em função da aglomeração de pessoas em local alagado, outro fator alarmante é a utilização dos rios Bacanga e também o rio Anil, como

fonte de alimento e renda pela população ribeirinha, além de contribuir com parte do suplemento hídrico para a capital. Um estudo realizado sobre os efeitos de efluentes domésticos na proliferação de *Aeromonas* sp. em pescado de estuário do rio Bacanga, traduz tal preocupação, quando demonstra seus resultados, como segue:

O estuário do rio Bacanga encontra-se contaminado com *Aeromonas*, em razão de atuar como uma bacia de recepção de esgotos da cidade, representando, assim, um risco para a saúde dos pescadores que trabalham em suas águas e para o consumidor dos pescados capturados lá e que são comercializados na cidade de São Luís. Desta forma, o fato da presença dessas bactérias patogênicas e a falta de monitoramento das águas do rio Bacanga tornam-se um problema de saúde pública na capital do estado do Maranhão. (MOUCHREK FILHO, et al,2006)

Além dos problemas supra citados, a bacia hidrográfica do Bacanga no que se refere à sua diversidade biológica, vem sofrendo significativas alterações, comprometendo todo um conjunto natural, característico da área.

Dentre os principais fatores que originaram o processo degradante da Bacia do Bacanga, tem-se o desmatamento dos manguezais, a pesca predatória, o lançamento de esgotos “in natura”, a deposição de lixo caseiro às margens do rio e a abertura e fechamento desregular das comportas da barragem, impedindo a renovação das águas. Todos esses fatores colocam a fauna e a flora desse ecossistema, em processo de destruição, comprometendo assim, a qualidade de vida das comunidades ribeirinhas e das pessoas que utilizam seus recursos direta ou indiretamente para a sobrevivência.(SANTOS.E., ALMEIDA, T).

A degradação de áreas verdes nos loteamentos residenciais e na área de indústrias pode desencadear modificações nas conexões hidráulicas entre os cursos de água e aquíferos subjacentes. A urbanização e a ocupação desordenada crescente podem alterar a permeabilidade superficial dos solos das bacias hidrográficas, podendo intensificar os processo erosivos, que por sua vez assoreiam os cursos de água, acarretando a redução da recarga e aumentando o escoamento superficial. (CAEMA/23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Set 2005).

Vejamos ainda a bacia hidrográfica do Rio Anil, de grande importância para São Luís, por localizar-se na região central da ilha, assim com a do Bacanga e servir de fonte de alimento e renda para a população que reside no entorno. Localiza-se na porção Noroeste de São Luís, entre as latitudes 02°29'14" e 02°34'47" S e as longitudes 44°19'15" e 44°12'55" W limita-se com as bacias oceânicas ao Norte, com a bacia do rio Paciência a Leste, com a do Bacanga ao Sul e com a baía de São Marcos a noroeste. O rio Anil possui 13.800m de extensão, e aproximadamente 300.000 pessoas moradoras do entorno dessa bacia hidrográfica, perfazendo um total de 65% de sua superfície disponível. (IBGE. 2001)

Em 1986, um estudo realizado pela Secretaria das Minas, Energia e Meio Ambiente do Maranhão- SMEMA, que atualmente possui a denominação de Secretaria de Meio Ambiente-SEMA, juntamente com a Companhia Vale do Rio Doce – CVRD, cuja denominação se intitulou “Industrialização e Urbanização da Região de São Luís e suas Consequências Ambientais”, teve como objetivo a caracterização físico-química e bacteriológica dos corpos d’água da Ilha, rios e praias, bem como os principais pontos de lançamento de resíduos domésticos e industriais (período de jan 1988 a mar 1989) nesses corpos d’água da Ilha. Durante o estudo, foram encontrados 54 pontos de lançamento de esgotos “*in natura*”, diretamente nos rios Anil, Bacanga, Paciência e em áreas litorâneas. (Diagnóstico dos principais problemas ambientais do estado do Maranhão. 1991).

Seguindo um padrão fisiográfico, que caracteriza a maior parte da extensão do curso do rio Anil (cerca de 2/3), o regime hidrológico é profundamente influenciado pelas águas do oceano que avançam de forma pronunciada pela calha estuarina, inundando periodicamente a ampla planície flúvio-marinha. (GERCO,1998).

Num plano geral, a bacia do rio Anil apresenta um percentual de 50% da área de fato ocupada, sendo as restantes zonas urbanas ainda cobertas por vegetação (41%) e áreas pertencentes à calha do rio (9%), o que demonstra o imenso potencial de urbanização ainda a ser explorado dentro dos limites da bacia (PCA, 2005).

Pesquisa realizada na Bacia do rio Anil, com o objetivo de analisar espacialmente a distribuição de casos de Hepatite A, relacionando-os à situação sanitária nos bairros inseridos

nessa Bacia, em São Luís-MA. Os casos foram acompanhados no período de 2001 a 2004, onde foram confirmados 97 casos de Hepatite A, com maior ocorrência em menores de 09 anos de idade, com um total de 38,1% dos casos. Durante a pesquisa também foram correlacionados o abastecimento de água e os casos de Hepatite A, ou seja, os resultados apontaram que quanto maior o número de domicílios abastecidos por rede geral e consumo de água, menor o número de casos de Hepatite A nos bairros da bacia do rio Anil. E quando a variável utilizada foi o esgotamento sanitário, constatou-se que o aumento do número de residências com esgotamento sanitário ligados à rede geral condiciona uma diminuição no número de casos de Hepatite A nos bairros da bacia do rio Anil (Caridade. E. O., Vaz, M. S, Ago 2007) .

Verifica-se que há uma condição de risco de contrair doenças de veiculação hídrica, sobretudo as crianças, em face da poluição dos rios que integram a nossa ilha, associados às precárias condições de infra-estrutura no saneamento básico. Sendo que na maioria das vezes, o atendimento clínico não é suficiente, pois o ambiente contaminado e os hábitos dos moradores propiciam a manutenção das doenças ou ainda a ocorrência de outras novas doenças de natureza hídrica.

A maior contaminação ocorrida nas nascentes dos Rios Anil, Bacanga e Paciência, pode ser justificada pelo menor volume hídrico e menor índice de salinidade dos rios nesta região, uma vez que a maré não sobe até a cabeceira, e por se tratar, também, de local onde ocorre o maior lançamento de detritos fecais. (LIAO, L.D.PS., BEZERRA, J.M., BASTOS, O.C., GARROS, C, 1985).

O rio Anil em 2006, chegou a ser utilizado pela CAEMA, para abastecimento de água da população, época em que a água foi considerada imprópria nas nascentes do rio Anil detectada pelo laudo técnico da Secretaria de Meio Ambiente – SEMA, pois foi constatado óleo com cor de ferrugem; óleo e graxas visíveis, odor insuportável e substâncias formadoras de depósitos objetáveis. (SEMA, 2006.)

Menção especial deve ser feita também ao Rio Paciência, importante manancial da ilha, com sua nascente próxima ao campus da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, se estende por 27,3 km e possui uma área de 143,7 km<sup>2</sup>. O estuário do Rio Paciência, é o principal curso d'água que banha a zona leste da Ilha, nasce na chapada do Tirirical e sua foz está localizada próximo à ilha do Curupu, sendo seus principais afluentes os rios Itapiracó e Miritiua (Feitosa, 1996).

O rio contribui para o abastecimento de água de São Luis, contribui na irrigação da horticultura e floricultura da ilha; serve de fonte de lazer de muitas famílias. Entretanto, ao longo do seu curso sofre intenso processo de degradação ambiental. A mata galeria que fica às suas margens encontra-se devastada na sua maioria, sem contar na ocupação indevida do seu entorno, responsável pelo assoreamento do leito do rio, assim como o lançamento de esgotos domésticos e industriais e resíduos sólidos. Apesar do exposto algumas comunidades pesqueiras da Ilha de São Luís ainda exploram algumas espécies de peixes na região.

Segundo informações obtidas na Secretaria do Meio Ambiente, o Governo do Estado pretende colocar as estações de estações de tratamento de esgoto do Jaracati e do Bacanga para operar plenamente e construir outras que estão projetadas. Essas intervenções podem e devem ser financiadas com recursos do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), somados à contrapartida do estado. Com isso, a partir do momento em que houver um tratamento intensivo nos esgotamento sanitário de São Luís, a saúde dos rios da Ilha vão melhorar consideravelmente, diminuindo os riscos de doenças à população.

Em entrevista dada ao Jornal da Soamar- Sociedade Amigos da Marinha do Estado do Maranhão, publicada em agosto de 2002, o Prof. Dr. José Policarpo Costa Neto, professor do Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal do Maranhão e considerado um grande especialista em água no Estado do Maranhão, afirmou que na sua opinião, a água disponível em condições de consumo, que nós temos na Ilha, se resume à reserva do Batatã e à Bacia do Paciência mesmo assim bastante comprometida, a exemplo do Bacanga e do Rio Anil. Nos resta ainda um grande lençol de água subterrâneo. Hoje, 60 a 65% da água que abastece a capital vem do Italuís. O restante vem dos poços e estes, infelizmente, por falta de estudos científicos em suas execuções, já estão sofrendo processos de salinização. Se não bastasse, segundo dados levantados pelos geólogos que estudam o problema, 60% da água potável produzida em nossa capital é desperdiçada. Afirma ainda que não acha necessário a construção de mais uma adutora no Sistema Italuís, que só vai comprometer mais o rio Itapecuru, bastava adotar políticas para combater o desperdício da água. (Neto. J.P.C.,2002)

“A questão não se resume a ter ou não ter água. O grande pânico da humanidade se deve a incrível velocidade com que os ecossistemas aquáticos estão se degradando. São Luís é um exemplo. Há 30 anos se banhava no rio Anil, no Bacanga e no Paciência, de onde saía, inclusive, todo o abastecimento de água da capital. Hoje os três foram transformados em esgotodutos” (NETO, 2002)

Diante dos fatos ora expostos, entende-se que é necessário, uma política de organização e planejamento no processo de urbanização no entorno desses rios, assim como investimentos na infra-estrutura dos bairros, principalmente aqueles acometidos constantemente por ocorrência de doenças típicas de locais com ausência de saneamento básico e as doenças de veiculação hídrica.

A existência ou não de água potável e de saneamento básico pode promover ou impedir o desenvolvimento humano. O acesso à água de boa qualidade e condições sanitárias satisfatórias, não constituem somente um direito humano fundamental, acima de tudo, são valiosos indicadores de desenvolvimento humano.

### **12.5 Resultado analítico das coletas de água de consumo humano nos bairros selecionados para ocorrência de casos de diarreia aguda e hepatite A em São Luis.**

Os bairros selecionados com maior ocorrência de diarreia e hepatite A, nessa pesquisa, são os bairros do São Francisco (com 11 coletas em 2006 e 09 em 2007), Anjo da Guarda (com 04 coletas em 2006 e 04 em 2007), Vila Embratel (09 coletas em 2006 e 03 em 2007), Coroadinho (07 coletas em 2006 e 08 em 2007), Coroado (01 coleta em 2006 e 08 em 2007), Aurora (01 coleta em 2007). O bairro Parque Jaguarema, não foi contemplado nas coletas porque não foi incluído no plano de monitoramento de coletas elaborado pela Vigilância em Saúde Ambiental de São Luís, seguido por este estudo. Portanto, para não comprometer a pesquisa, como foi realizada somente uma coleta no bairro Aurora e nenhuma no Parque Jaguarema, tomou-se como alternativa para avaliar a qualidade da água nesses bairros, os resultados analíticos obtidos nos bairros Anil, Cruzeiro do Anil, Vila Isabel Cafeteira e Radional, que além de serem bairros vizinhos à Aurora e ao Parque Jaguarema são também abastecidos pela mesma rede de distribuição dos citados.

Importante esclarecer que, a CAEMA, faz o seu Plano de Monitoramento de coletas de amostras de água que é apresentado e aprovado pela Vigilância em Saúde Ambiental (Art.18, Portaria MS nº 518/04). Contudo, a Vigilância em Saúde Ambiental, na ocasião de elaboração do seu Plano de Monitoramento, deve considerar também, pontos de coleta apresentados pela CAEMA, para que se torne viável a checagem dos resultados obtidos nas análises da Vigilância e os resultados fornecidos pela empresa e dessa forma se possa tomar medidas corretivas para adequação da qualidade da água à população. Em face disso, muitos bairros de São Luis não foram contemplados no Plano de Amostragem do período concernente a este estudo. Ressalta-se, portanto que os pontos de monitoramento são modificados em média de dois em dois anos, até que todos os bairros sejam contemplados na avaliação da água fornecida.

Durante os dois anos de levantamento de dados, o sistema de abastecimento que mais apresentou parâmetros fora dos padrões, principalmente quanto aos coliformes Totais e Termotolerantes foi o de Italuís. O sistema apresenta várias não conformidades detectadas durante inspeção, mencionadas em capítulos seguintes, desde às suas instalações, da captação até à rede de distribuição de abastecimento de água. Como o sistema Italuís, que abastece 75% da população de São Luis, capta água do Rio Itapecuru, já se encontra defasado e com desgaste natural na adutora com 57 km de extensão da reservação até São Luis, construída há mais de 20 anos, tem indícios de comprometimento na sua estrutura, com rompimentos constantes, causando transtornos e intermitência no abastecimento, necessita de manutenção ou troca para manter a integridade da água e evitar riscos de contaminação à população. Segue algumas fotos realizadas durante as coletas.

Foto 2. Coletas de amostras de água na rede de distribuição



Uso do medidor de Turbidez e pH em campo



Coleta na toneira de entrada de rede



Coleta em residência



Uso do medidor de Turbidez e pH em campo



Desinfecção da torneira antes da coleta

## **12.6 Resultados das coletas e inspeções nos Sistemas que abastecem a área urbana de São Luis**

Durante a inspeção realizada nos Sistemas foram detectadas inadequações que podem comprometer a produção da água tratada e devem ser corrigidas, a fim de que a qualidade da água ofertada seja realizada de acordo com a legislação vigente, sem prejuízos à saúde de seus consumidores.

Portanto, procurou-se demonstrar em tabelas, o que foi observado, de forma sucinta, nas inspeções realizadas nas instalações e no processo de tratamento e distribuição de água dos sistemas de abastecimento de água de São Luis, com suas devidas não conformidades encontradas, suas conseqüências e recomendações com o intuito de que ações sejam tomadas de forma mais criteriosa, na avaliação de riscos, conflitos e limitações que possam ocorrer, permitindo um planejamento mais adequado no que diz respeito à aplicação mais direcionada de recursos, buscando a melhoria e qualidade de vida da população. Tais recomendações estão pautadas com base no que preconiza a Portaria MS nº 518/2004 e nas Boas Práticas de Abastecimento de Água para consumo humano, elaboradas pelo Ministério da Saúde, que consiste num conjunto de procedimentos que mais bem se ajustam aos objetivos pretendidos, ou seja, a minimização de riscos à saúde humana, pela ingestão de água fornecida pelos sistemas de abastecimento.

### **12.6.1 Sistema Italuis**

O Sistema de abastecimento de água para consumo humano, Italuis é do tipo convencional, abastece 80 % da população de São Luis e parte do Município de Bacabeira, com número de economias residenciais servidas entorno de 105.293.

O Sistema é composto por captação, adução, aeração, decantação, filtração, desinfecção, reservação e distribuição, sendo que a captação é feita no rio Itapecuru por meio de 3 (três) bombas com vazão de 2,13 m<sup>3</sup>/s.

Foram realizadas duas inspeções no sistema Italuís, uma no dia 24 de março de 2006 e a outra no dia 12 de julho de 2007, onde foram encontradas algumas não conformidades, apresentadas na tabela abaixo, juntamente com as causas e recomendações para minimizar ou sanar os problemas, com riscos à saúde humana.

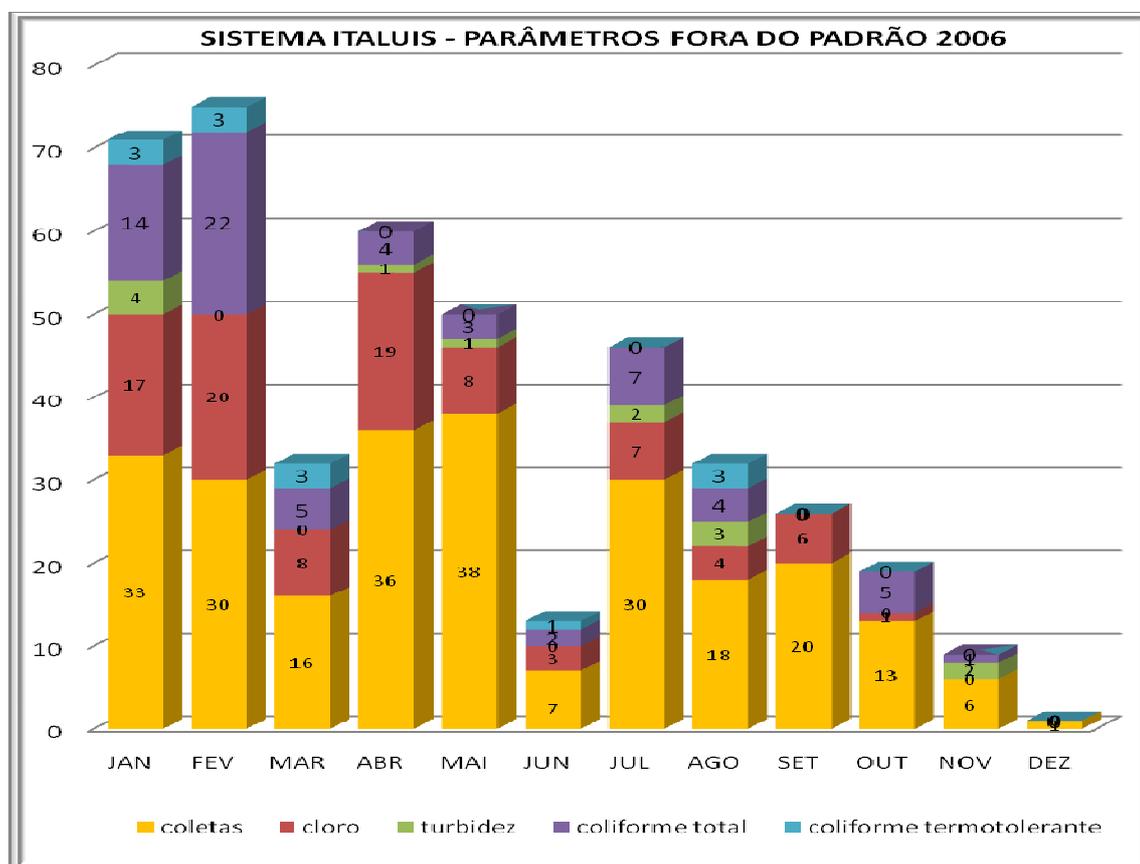
Tabela 10. Diagnóstico de Inspeção do Sistema de Abastecimento de Água ITALUIS

Não conformidades	Conseqüências	Recomendações
Intermitência no seu abastecimento, com insuficiência na capacidade de tratamento;	Deterioração da qualidade da água na rede de distribuição, ocasionando pressão negativa na rede, o que pode induzir a população ao uso de fonte de qualidade duvidosa.	Evitar, ao máximo possíveis situações em que as tubulações fiquem vazias ou despressurizadas, evitando entrada de águas poluídas na rede.
Não possui programa de proteção do manancial e da bacia de captação	Os mananciais superficiais são mais vulneráveis às fontes de contaminação tanto antrópica quanto ambiental e apresentam na água bruta, variações sazonais no período chuvoso e de estiagem, podem sofrer eutrofização, com acentuação da cor e proliferação de algas e cianobactérias	Cumprir a Portaria 518/04, no que tange ao Art.9º, inciso III e V, sobre avaliação sistemática da do uso e ocupação da bacia de captação, assim como a ações de proteção do manancial, em conjunto com órgãos ambientais.
Não há evidências sobre programação preventiva para as adutoras de água tratada	Com as adutoras vazias pode favorecer a contaminação por água poluída	Instalar e manter nas adutoras válvulas de descarga e ventosas que possibilitem a conservação e limpeza, para prevenir o desenvolvimento de microorganismos patogênicos no interior das tubulações
Ausência do plano de amostragem realizado pelo controle	O desconhecimento de alterações na característica da água durante o seu percurso dos sistemas até à rede pode provocar riscos quanto à integridade da água consumida e problemas operacionais geradores de anomalias.	Cumprir a determinação da legislação no Art.18. para elaborar o plano de amostragem. O plano permite identificar e planejar o melhor procedimento para a detecção das eventuais anomalias nos sistemas e rede.
Não foi encontrada evidência dos resultados analíticos para microbiologia	A não identificação de uma possível contaminação da água distribuída por microorganismo que represente risco à saúde	Cumprir o que dispõe nos Arts.11, 12 e 13 da norma, sobre manter os padrões de potabilidade, assim como a elaboração do plano de amostragem exigido.
Não realização das análises semestrais para substâncias orgânicas, inorgânicas, agrotóxicos e cianotoxinas.	A não identificação dessas substâncias durante o tratamento e distribuição, pode acarretar sérios riscos à saúde, pela ingestão contínua da água com uma dada concentração dessas substâncias.	Cumprir a Port. 518/04 nos seu Art. 14, para a realização das análises das substâncias, que representem riscos para a saúde.
A rede de distribuição apresenta mal estado de conservação e não há evidencia de programação anual de limpeza e desinfecção	Pode comprometer a qualidade da água distribuída, ocasionando rejeição da população e procura de outras fontes alternativas	Dotar a rede de programação anual de operações de limpeza e desinfecção ou se for o caso substituir as tubulações muito antigas e responsáveis pela freqüente formação de água colorida ou comprometimento da qualidade bacteriológica da água distribuída
Não são cumpridas as exigências de atendimento e informação ao público e as responsabilidades perante a autoridade de saúde pública;	É necessário o conhecimento da população da qualidade de água consumida, no sentido de identificar na informação qualquer alteração, para que esta tome as medidas preventivas de desinfecção e/ ou fervura a ser usada na ingestão	Cumprir o que estabelece a Port.518 no Art.9º, inc.VI, VII, VIII e IX, quanto às informações ao público e autoridade competente.

Não conformidades	Conseqüências	Recomendações
Presença de material flutuante no tanque de filtração: pena, plástico, material orgânico, etc.	Comprometimento da integridade da qualidade da água de consumo, uma vez que a filtração funciona como barreira sanitária contra microorganismos nocivos à saúde humana.	A filtração é responsável por garantir a produção de água com qualidade compatível com o padrão de potabilidade.
Presença de várias rachaduras nas paredes das calhas dos decantadores.	A decantação é uma técnica de clarificação da água, dessa forma qualquer alteração na estrutura física dos decantadores, pode comprometer o processo de sedimentação das impurezas clarificação da água, antes de chegar aos filtros.	Realizar manutenção na estrutura física dos tanques de decantação, para evitar o comprometimento no processo de clarificação da água.
Não foi encontrada evidência de aperfeiçoamento e qualificação dos recursos humanos	Equipes despreparadas para detecção de problemas durante todo o processo de tratamento da água de distribuição. A não qualificação de recursos humanos constantes, pode comprometer a qualidade da água consumida.	Os sistemas de abastecimento são constituídos de estrutura física e recursos humanos. Portanto, é necessário cumprir o que dispõe a Port.518/04, na Seção IV, Art. 9º, Inciso II, alínea “c”, que trata da capacitação e atualização dos profissionais encarregados pela operação dos sistemas e controle da qualidade da água.
Foi evidenciado através de coletas na rede, teor abaixo do mínimo estabelecido pela norma vigente	Deficiência na desinfecção, podendo ocasionar riscos à saúde	Manter o teor mínimo de cloro residual em 0.2 mg/L na rede de distribuição
Não dispõem de plano de amostragem, nem realizam monitoramento na captação do manancial, na saída do tratamento, nem no sistema de distribuição dos parâmetros químicos fluoreto, trihalometanos e cianotoxinas, obrigatórios pela Portaria 518/04, indispensáveis para evitar riscos à saúde humana e comprometimento no processo de tratamento e distribuição da água.	Ingestão contínua dessas substâncias representam risco à saúde humana. O fluoreto pode ocasionar fluorose (principalmente em crianças) e osteoporose; os trihalometanos, podem ocasionar efeitos deletérios no fígado, nos rins e na tireóide; as cianotoxinas produzem toxinas (substâncias químicas orgânicas hepatotóxicas, neurotóxicas ou causadoras de irritação na pele) que representam riscos significativos à saúde humana.	Para evitar risco a à saúde da população abastecida ao consumir água fora dos padrões de potabilidade, recomenda-se o cumprimento da Port.518/04, (Art. 18, Tabela 6 e 7) no tocante ao Plano de Amostragem, a obrigatoriedade das análises químicas no sistema de distribuição quanto aos fluoretos (por serem incorporados à água na cloração), dos trihalometanos (produto secundário da cloração) e as cianotoxinas (pela gravidade do problema – substância pode liberar toxinas na água), esta última, estabelecer obrigatoriedade no monitoramento (Port 518/04, Art. 2º ). Tal cumprimento é para prevenir riscos à saúde e a compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente.

Não conformidades	Conseqüências	Recomendações
Não realização contínua de ensaios de Jar Test na ETA;	Pode acarretar numa decantação deficiente sobrecarregando os filtros, comprometendo a qualidade da água filtrada, requerendo lavagens mais freqüentes e provocando a demanda do cloro e produzindo cloro combinado, o que propicia a proteção dos microorganismos à ação do cloro.	Realizar os ensaios de Jar Test nos processos de operacionalização da ETA, no controle da coagulação da água, para uma adequada floculação e conseqüentemente uma filtração eficiente, garantindo a remoção de protozoários. Registrar em formulários específicos os dados referentes aos ensaios.
Utilização de reagentes de cloro vencidos para leitura do parâmetro	Os resultados esperados não condizente com a realidade podendo representar risco à saúde humana, uma vez que não haverá reação esperada pelo composto.	Manter um controle de qualidade dos reagentes utilizados, e outros produtos adotando rotinas de verificação de estoques, para que não sejam utilizados produtos vencidos, nem que faltem produtos indispensáveis ao tratamento da água, para não comprometer sua integridade.
Presença de algas em todos os tanques do processo de tratamento	Indicação de problemas no manancial e captação. Causa na ETA produção de lodo, coloração, sabor e odor, corrosão do concreto e aço, interferência na coagulação, diminuição da dureza da água e algumas a liberação de substâncias tóxicas ao consumo humano (no caso das cianofíceas). Risco de formação de cianotoxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral	As algas chegam na ETA através da captação do manancial de água corrente, portanto os responsáveis pelo Sistema, deverão cumprir o Art.19, §1º da Port.518/04, assim como o Art. 9º, inc. III e V da norma supra, que refere-se a coleta mensal de água bruta, análise da água para cianobactérias e proteção do manancial de captação. Cumprir o Art. 19, § 2º da Port.518/04, quanto à proibição do uso de algicidas.
Utilização da pré-cloração (logo após a captação) de 24 horas diárias de 200 kg/hora na rotina de operação sem avaliar os compostos resultantes (trihalometanos) conforme a legislação vigente recomenda (Art.14. Tabela 3), devido à presença de algas na ETA.	No processo de desinfecção da água para o abastecimento público com produtos à base de cloro, existe a probabilidade de formação de substâncias potencialmente cancerígenas. Tais substâncias são denominadas subprodutos da cloração, dentre elas destacam-se os trihalometanos (THMs), que se originam das reações entre o cloro e as substâncias orgânicas presentes na água. <sup>1</sup>	Solução da pré-cloração não mais recomendada pela OMS, para evitar o surgimento de subprodutos do cloro, como os trihalometanos e outras substâncias com risco à saúde humana. Cumprir a Port. 518/04, quanto à preservação da bacia de captação e garantir que naquele ambiente não há lançamento de esgotos, atividade antrópica, nem formação de algas.
Laboratório com estrutura física necessitando manutenção (azulejos quebrados e teto).	Risco de acidentes com a estrutura deficitária, assim como, dificuldade na limpeza do laboratório, após os ensaios e ainda contaminação por agentes de risco biológico que possam fixar-se nas ranhuras dos laboratórios.	Segundo as Normas de Biossegurança em Laboratório de Microbiologia, as instalações do laboratório de água tem que ter revestimentos de parede, piso e tetos, sem reentrâncias, resistentes ao material de limpeza e desinfecção, que confirmam segurança ao ambiente interno e externo.

Gráfico 5. Coletas de amostras na rede de distribuição com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água - 2006



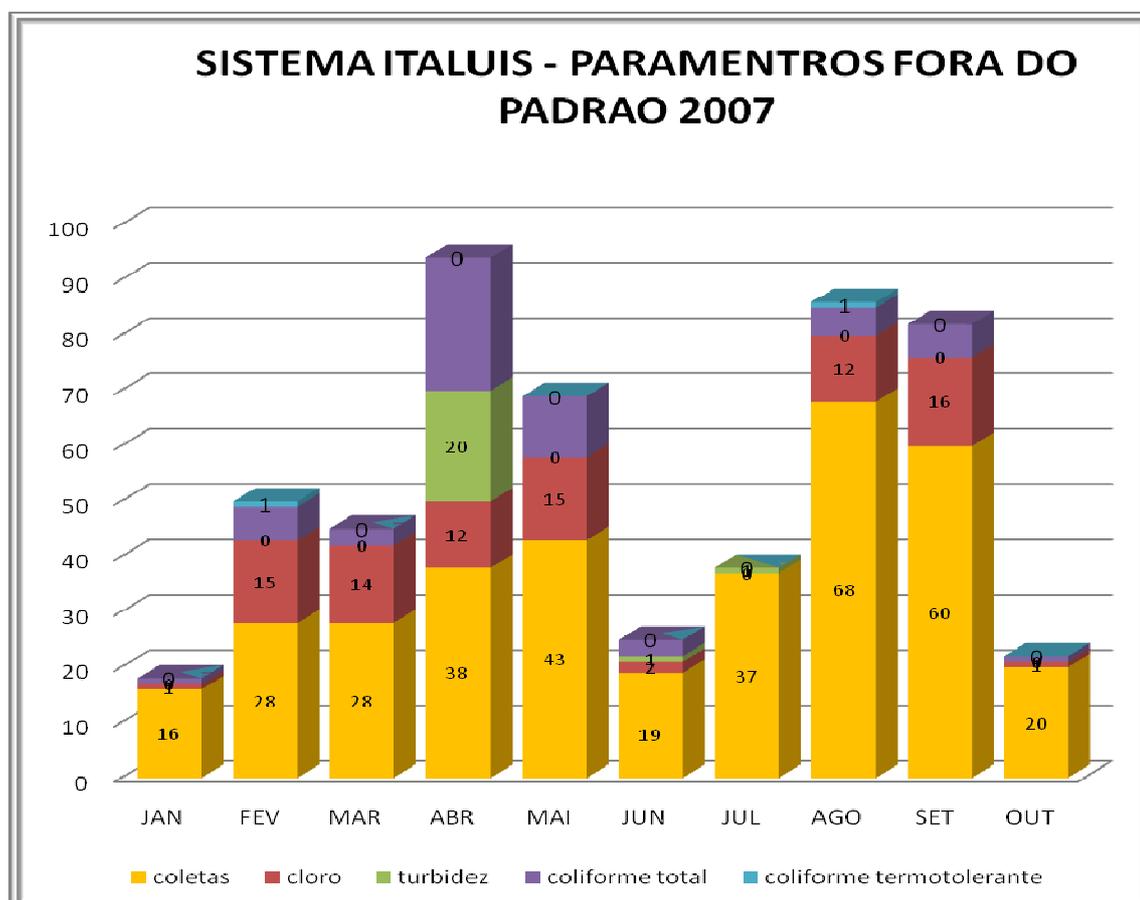
Fonte: VIGIAMB. 2007.

Foram realizadas na rede de distribuição do sistema de abastecimento do Italuís um total de 248 coletas de amostras de água para consumo humano, onde foram analisados os quatro parâmetros preconizados pela Portaria 518/04, para rede de distribuição: cloro, turbidez, coliformes totais e coliformes termotolerantes, durante os meses de janeiro a dezembro de 2006, de acordo com a programação de coletas do Plano de Amostragem definido pela Vigilância em Saúde Ambiental Municipal. Nos gráficos, optou-se por colocar somente as amostras com resultados fora dos padrões estabelecidos pela Portaria supra.

Então, o gráfico demonstra o total de amostras analisadas e os resultados dos parâmetros fora dos padrões para cada mês coletado. Daí, do total de 248 amostras coletadas em

2006. Para o parâmetro cloro foram 93 amostras fora dos padrões; para turbidez foram 13 amostras fora dos padrões; para coliforme total foram 67 amostras fora dos padrões; para coliforme termotolerante foram 13 amostras fora dos padrões. Esse demonstrativo só corrobora com as não conformidades encontradas durante a etapa do tratamento da água distribuída pelo sistema, que conseqüentemente ocasiona anomalias nos resultados das amostras de água coletadas na rede de distribuição. Do total de 248 amostras coletadas em 2006,

Gráfico 6. Coletas de amostras na rede de distribuição com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água - 2007



Fonte.: VIGIAMB,2007.

Para 2007, foram coletadas um total de 357 amostras no Sistema Italuis durante os meses de janeiro a outubro, sendo que para o parâmetro cloro foram encontrados resultados

positivos para 88 amostras fora dos padrões; para turbidez foram 22 de amostras fora dos padrões; para coliforme total foram 60 amostras fora dos padrões; para coliforme termotolerante foram 02 amostras fora dos padrões.

A água distribuída pelo Sistema encontra-se com sérios problemas não só no tratamento da água, mas também na manutenção das adutoras, devendo ser tomadas as medidas corretivas já sugeridas nesta pesquisa, de acordo com as diretrizes do Manual de Boas Práticas no Abastecimento de Água, editado pelo Ministério da Saúde, seguindo orientações da autoridade de saúde pública competente, para acompanhamento das medidas adotadas pelos responsáveis pelo sistema Italuís. Não obstante isso, a população abastecida, precisa ser informada sobre possíveis riscos de adquirir doenças de veiculação hídrica e métodos de tratamento de água alternativos, até que a situação seja sanada.

## FOTOS 3: INSPEÇÃO NO SISTEMA ITALUÍS



Equipe de Inspeção da SMS e SES com o químico responsável pelo Sistema Italuís



Fezes de animais na área interna da ETA



Presença de animais transitando na ETA



Infiltrações nos filtros



Tampa do reservatório de água tratada com pequena abertura, favorecendo entrada de sujeira, água pluvial ou vetores.



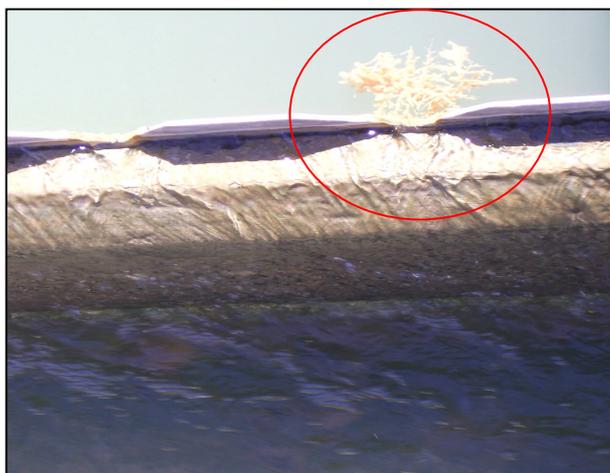
Sujeira nos filtros



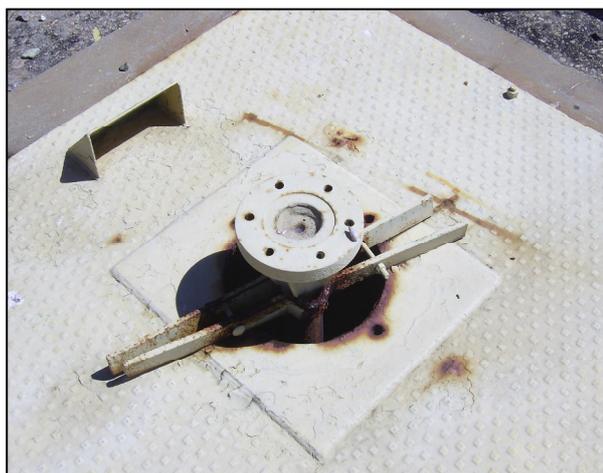
- Estruturas físicas e conjunto de tubulações de dosagem de sulfato necessitando reparos.



- Presença de algas no floculador.



- Presença de algas no tanque de decantação.



- Agitador de sulfato com defeito.



- Acúmulo de flocos e presença de placas de lodo desprendido no fundo do tanque de floculação.





- Disposição inadequada de materiais: pedaço de pau, restos de fiação elétrica e, material de



- Área destinada ao tratamento apresentando



- Manômetro da tubulação de intercloração com defeito.



- Disposição inadequada de sulfato de alumínio na área externa.



- Canaleta de águas pluviais com acúmulo de resíduos de sulfato de alumínio

### 12.6.2 Sistema Sacavém

O Sistema Sacavém é abastecido por mananciais superficiais da represa do Batatã, rio da Prata e Riacho Mãe Isabel e também por mananciais subterrâneos (constituídos por 14 poços em operação, que atendem à Zona de Abastecimento I.

Apresenta Estação Elevatória com 04 conjuntos motor bomba com capacidade média de 335 l/s destinadas a recalcar as águas do Riacho Mãe Isabel para a Estação de Tratamento (ETA), no bairro do Sacavém e 04 conjuntos para recalcar água tratada sendo uma de reserva.

Dos 14 poços em operação, 07 possuem linhas adutoras por recalque que se interligam individualmente a uma adutora comum por gravidade. Esta adutora encaminha as águas captadas para o reservatório/poço de sucção da Estação Elevatória de Água Tratada, onde se juntam as águas tratadas superficiais para em seguida serem cloradas e depois recalçadas para os reservatórios de distribuição da Zona I.

Os outros poços não se interligam a essa adutora comum, sendo suas águas extraídas e lançadas diretamente no reservatório/poço de sucção da Estação Elevatória de Água Tratada.

A ETA – Estação de Tratamento de Água, apresenta capacidade nominal para tratamento de 600l/s, mas está tratando aproximadamente 400 l/s, com funcionamento médio de 20 horas/dia.

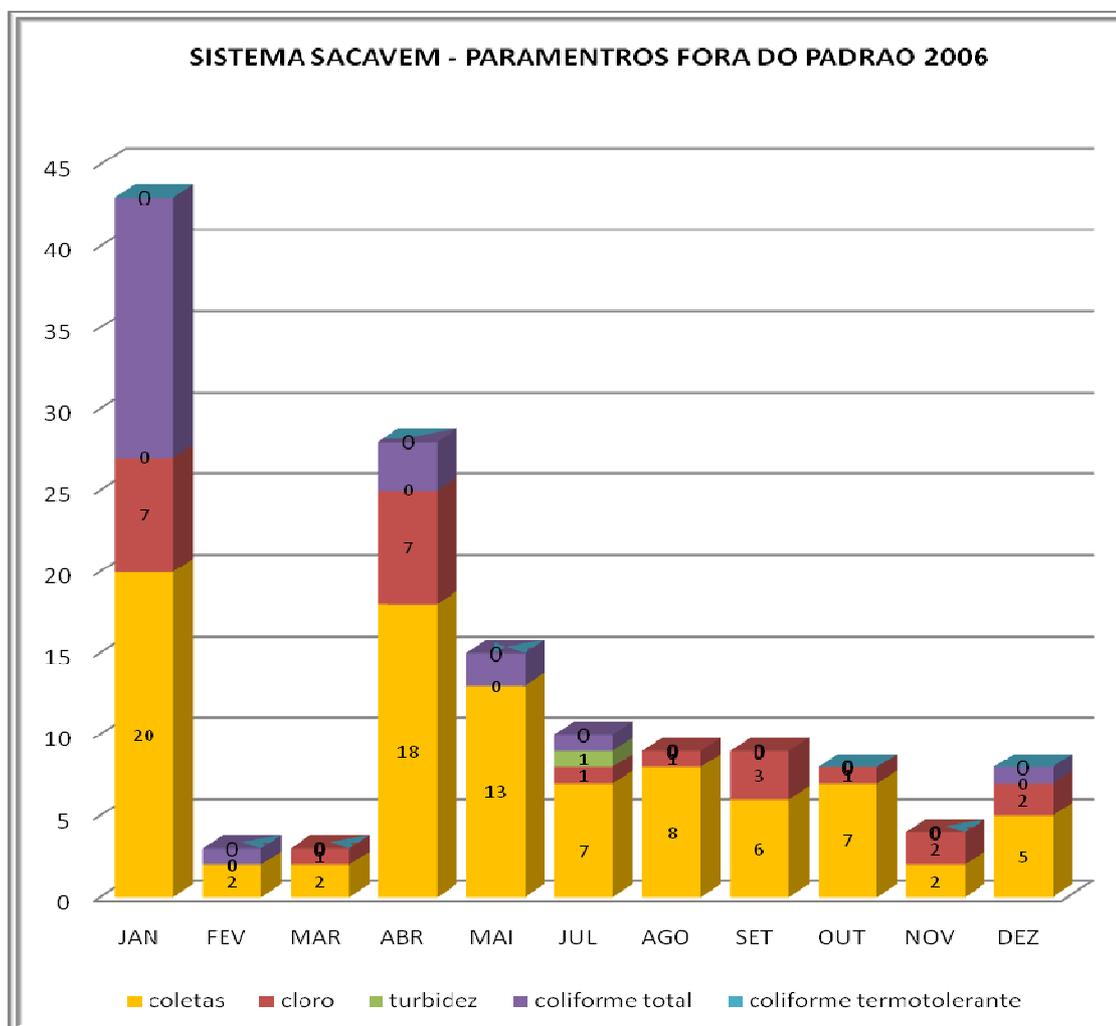
O tratamento é do tipo convencional: mistura rápida, coagulação, floculação, decantação, filtração, fluoretação e desinfecção com cloro gás. Foi realizada duas inspeções no Sistema Sacavém, em que a primeira ocorreu no dia 18 de abril de 2006 e a segunda ocorreu no dia 04 de abril de 2007.

Tabela 11. Diagnóstico de Inspeção do Sistema de Abastecimento de Água SACAVEM

Não conformidades	Conseqüências	Recomendações
Entrada de pessoas estranhas à ETA e acesso à captação no manancial	Risco na ação de vândalos, quanto à retirada de cabos de fiação elétrica, ou ainda comprometimento do processo de tratamento da água por manipulação de pessoas estranhas	Garantir as medidas de segurança, proteção e controle no acesso às instalações da ETA, para manter a integridade da água a ser consumida pela população, desde a sua captação até a saída do tratamento.
Não possui programa de proteção do manancial e da bacia de captação	Devido presença de fontes de contaminação oriundas de aglomerados populacionais nas proximidades, os mananciais superficiais estão mais vulneráveis às fontes de contaminação tanto antrópica quanto ambiental e apresentam na água bruta, variações sazonais no período chuvoso e de estiagem, podem sofrer eutrofização, com acentuação da cor e proliferação de algas e cianobactérias	Cumprir a Portaria 518/04, no que tange ao Art.9º, inciso III e V, sobre avaliação sistemática da do uso e ocupação da bacia de captação, assim como a ações de proteção do manancial, em conjunto com órgãos ambientais.
Ausência de identificação das áreas onde se sucedem as etapas de tratamento da água e registros de procedimentos utilizados	Pode ocasionar confusão tanto nos operadores da ETA quanto nas autoridades de saúde pública, por ocasião das inspeções sanitárias no local.	Colocar placas de identificação em todas as áreas e ainda manter registros atualizados dos procedimentos realizados, para que não haja falhas na rotina de operação das ETAS
Sujeira na área do entorno da ETA, material em desuso, assim como o depósito de produtos sem controle de estoque, com os mesmos expostos diretamente no chão; laboratório desorganizado.	A poluição de qualquer natureza, tem que ser evitada em todo o processo de tratamento da água pois sujeira e desorganização no controle dos produtos utilizados no tratamento sugerem riscos à integridade da água distribuída.	Realizar limpeza periódica, organização e manutenção das áreas que compõem o tratamento incluindo o laboratório, área dos dosadores e depósito de reagentes, assim como o controle de estoque da entrada e saída de produtos, assim como, adquirir estrados para deposição destes, garantindo a quantidade suficiente e validades dos mesmos.
Não evidência de EPI's para os profissionais que operam as ETA's, nem dos profissionais do laboratório	Risco de acidentes com produtos ou substâncias químicas, descargas elétricas e até mesmo contaminação	Disponibilizar EPI em número suficiente para os profissionais em todas as áreas de tratamento, incluindo o laboratório.
Local inadequado e sem proteção para os cilindros de cloro gás	O cloro gás é um irritante primário das vias respiratórias, pode causar sensação de sufocamento, pele e olhos. Pode reagir explosivamente com produtos orgânicos.	Adequar local de armazenamento dos cilindros de cloro gás, com devida identificação de produto perigoso, de modo a garantir a segurança no manuseio e estocagem dos mesmos
O reservatório de água tratada encontrava-se aberto na ocasião da inspeção com tampa danificada e estrutura das paredes internas em péssimas condições	Comprometimento da qualidade da água distribuída, ocasionando rejeição da população e procura de outras fontes alternativas	Impermeabilizar paredes, fundo e cobertura do reservatório de água tratada para evitar vazamentos ou infiltrações e corrigir rachaduras, bem como providenciar a troca da tampa do reservatório de água tratada e mantê-la fechada.
Não são cumpridas rotinas nos procedimentos em todas as fases da ETA e do laboratório. Não há planejamento de atividades	Pode ocorrer falhas no procedimento de operação e análise da água no laboratório, em face de esquecimento de alguma tarefa ou ainda de troca de turno de funcionário.	Introduzir Procedimentos Operacionais Padrão (POP) de rotina em todos os setores da ETA, para garantir a padronizar e minimizar a ocorrência de desvios na execução de tarefas fundamentais para a qualidade do resultado, independente de quem as faça. Facilidade no controle da operação da ETA.

Não conformidades	Conseqüências	Recomendações
Não foi encontrada evidência de aperfeiçoamento e qualificação dos recursos humanos	Equipes despreparadas para detecção de problemas durante todo o processo de tratamento da água de distribuição. A não qualificação de recursos humanos constantes, pode comprometer a qualidade da água consumida.	Os sistemas de abastecimento são constituídos de estrutura física e recursos humanos. Portanto, é necessário cumprir o que dispõe a Port.518/04, na Seção IV, Art. 9º, Inciso II, alínea “c”, que trata da capacitação e atualização dos profissionais encarregados pela operação dos sistemas e controle da qualidade da água.
Estado de conservação precário na rede de distribuição	Comprometimento da qualidade bacteriológica da água distribuída	Realizar manutenção periódica na rede de distribuição a fim de evitar decaimento da qualidade da água e evitar perdas, se for o caso, substituir a tubulação antiga
Não há evidência de registros de dados sobre os procedimentos realizados no Sistema	Pode haver falhas na operacionalização dos procedimentos, comprometendo a hidráulica e o funcionamento das ETA's e conseqüente controle inadequado da qualidade da água	Manter registros em banco de dados sobre todos os procedimentos executados pelo Sistema, bem como o detalhamento de parâmetros de projeto e operacionais na ETA para facilitar o acesso às informações
Foi evidenciado através de coletas na rede, teor abaixo do mínimo estabelecido pela norma vigente	Deficiência na desinfecção, podendo ocasionar riscos à saúde	Manter o teor mínimo de cloro residual em 0.2 mg/l na rede de distribuição
Não dispõem de plano de amostragem, nem realizam monitoramento na captação do manancial, na saída do tratamento, nem no sistema de distribuição dos parâmetros químicos fluoreto, trihalometanos e cianotoxinas, obrigatórios pela Portaria 518/04, indispensáveis para evitar riscos à saúde humana e comprometimento no processo de tratamento e distribuição da água.	Ingestão contínua dessas substâncias representam risco à saúde humana. O fluoreto pode ocasionar fluorose (principalmente em crianças) e osteoporose; os trihalometanos, podem ocasionar efeitos deletérios no fígado, nos rins e na tireóide; as cianotoxinas produzem toxinas (substâncias químicas orgânicas hepatotóxicas, neurotóxicas ou causadoras de irritação na pele) que representam riscos significativos à saúde humana.	Para evitar risco a à saúde da população abastecida ao consumir água fora dos padrões de potabilidade, recomenda-se o cumprimento da Port.518/04, (Art. 18, Tabela 6 e 7) no tocante ao Plano de Amostragem, a obrigatoriedade das análises químicas no sistema de distribuição quanto aos fluoretos (por serem incorporados à água na fluoretação), dos trihalometanos (produto secundário da cloração) e as cianotoxinas (pela gravidade do problema – substância pode liberar toxinas na água), esta última, estabelecer obrigatoriedade no monitoramento (Port 518/04, Art. 2º ). Tal cumprimento é para prevenir riscos à saúde e a compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente.

Gráfico 7. Coletas de amostras na rede de distribuição com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água - 2006



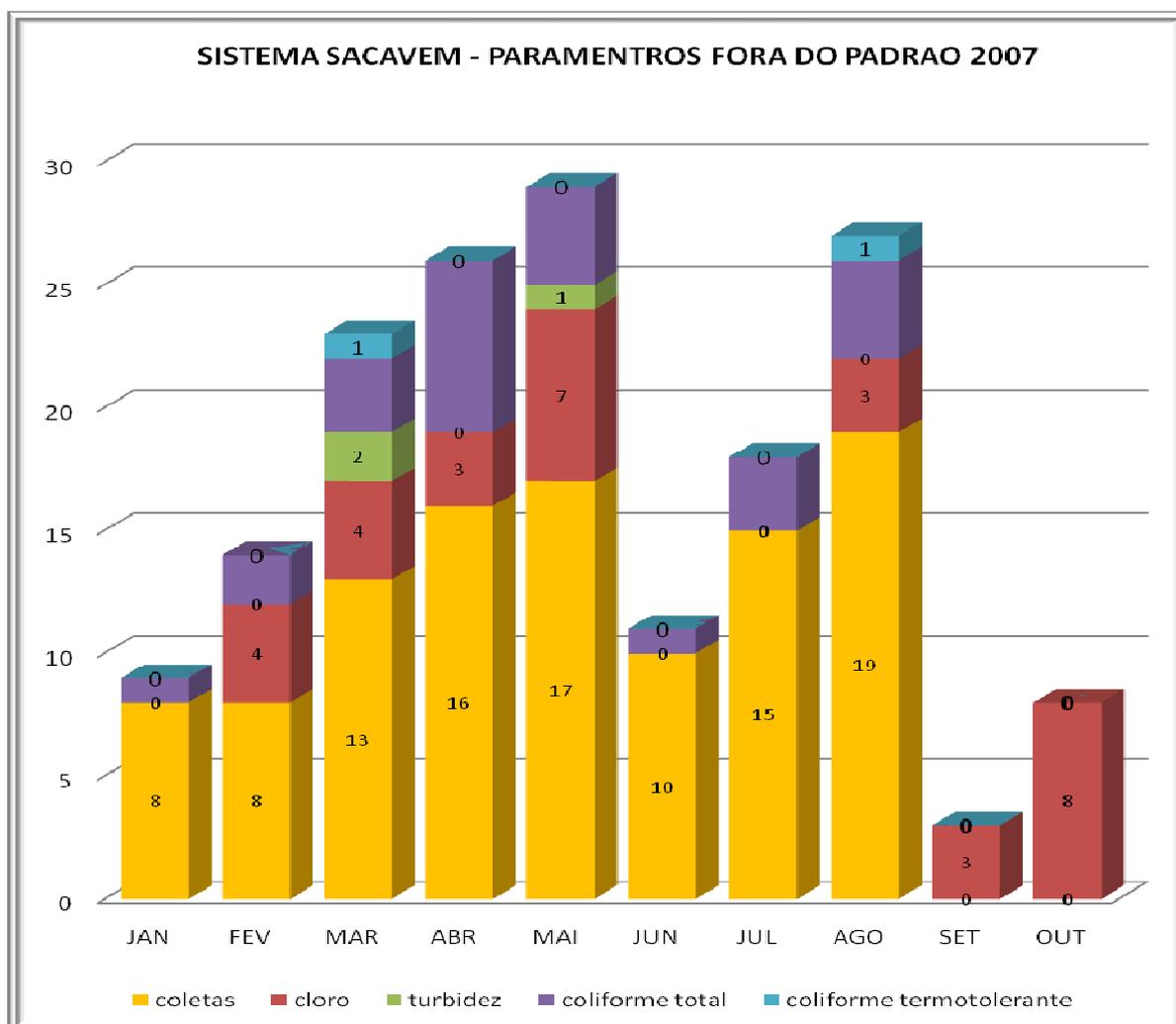
Foram realizadas na rede de distribuição do sistema de abastecimento do Sacavém um total de 90 coletas de amostras de água para consumo humano, onde foram analisados os quatro parâmetros preconizados pela Portaria 518/04, para rede de distribuição: cloro, turbidez, coliformes totais e coliformes termotolerantes, durante os meses de janeiro a dezembro de 2006 e 131 coletas nos meses de janeiro a outubro de 2007, de acordo com a programação de coletas do Plano de Amostragem definido pela Vigilância em Saúde Ambiental Municipal. Nos gráficos,

optou-se por colocar somente as amostras com resultados fora dos padrões estabelecidos pela Portaria supra.

Então, o gráfico demonstra o total de amostras analisadas e os resultados dos parâmetros fora dos padrões para cada mês coletado. Daí, do total de 90 amostras coletadas em 2006, para o parâmetro cloro foram 25 amostras fora dos padrões; para turbidez foi de 01 amostra fora dos padrões; para coliforme total foram 24 amostras fora dos padrões; para coliforme termotolerante, não houve amostras fora do padrão nesse ano.

As não conformidades encontradas nos resultados das amostras também demonstra falhas no processo de tratamento da água, quanto á manutenção do residual de cloro 0,2 mg/L na rede de distribuição e manutenção das adutoras como pode estar comprometendo essa manutenção do residual de cloro. São deficiências perfeitamente sanáveis do ponto de vista técnico sanitário, uma vez que não houve presença de coliformes termotolerantes, que é um agravante e forte indicador de contaminação por bactéria fecal.

Gráfico 8. Coletas de amostras na rede de distribuição com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água - 2007



Para 2007, foram coletadas um total de 131 amostras no sistema durante os meses de janeiro a outubro, sendo que para o parâmetro cloro foram 32 amostras fora dos padrões; para turbidez foram 03 de amostras fora dos padrões; para coliforme total foram 30 amostras fora dos padrões; para coliforme termotolerante não houve amostras fora do padrão.

A observação para este gráfico de 2007, é semelhante ao de 2006, pois as falhas no processo de tratamento de água, quanto à manutenção do residual de cloro no sistema Sacavém, é deficiente, não atende aos padrões mínimos exigidos pela Portaria 518/04. Devendo ter um monitoramento mais eficaz dos responsáveis pelo Sistema Sacavém, para evitar possíveis riscos à saúde da população que consome a água fornecida pelo Sistema.

## Fotos 4: Inspeção no Sistema Sacavém



Entrada de água pós mistura química para fase de floculação na Calha Parshall sem utilização de difusor para espalhar o produto e melhorar a floculação.



Detalhe do tanque de floculação



- Dosador de cloro para desinfecção de água



- Tanque de filtração necessitando de limpeza

### 12.6.3 Sistema Paciência

O Sistema Paciência atende à Zona de Abastecimento III e é constituído por duas baterias de poços tubulares profundos que compõem os Sistemas Paciência I, com 08 poços, sendo que somente 07 poços estão em funcionamento e Paciência II (06 poços em funcionamento).

As águas dos poços do Paciência II são encaminhados a uma Estação Elevatória de Água Bruta de onde são recalçadas para o tanque de contato na Estação Elevatória principal do Sistema Paciência I, onde recebem desinfecção e fluoretação.

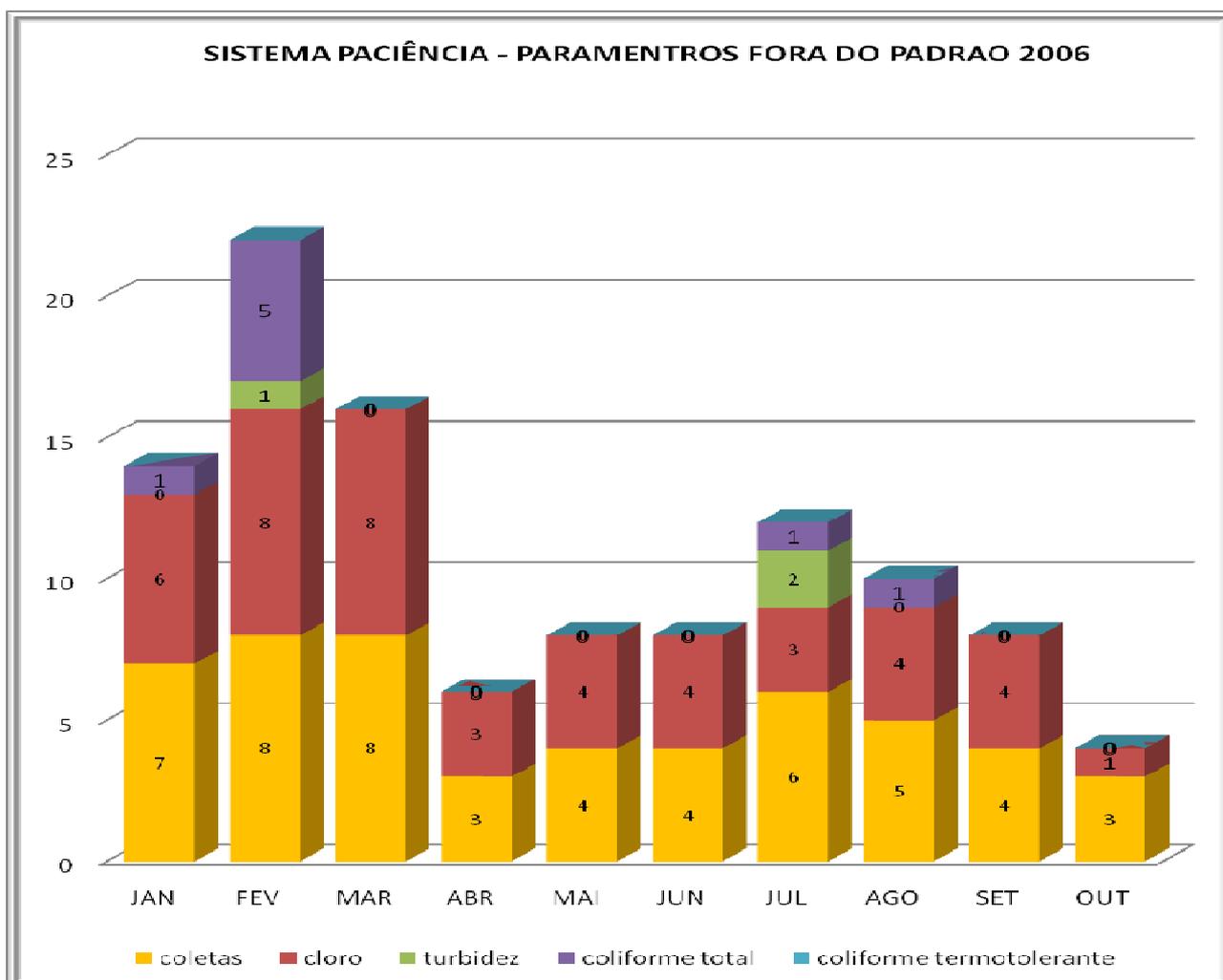
Foram realizadas duas inspeções no sistema Paciência, a primeira realizou-se dia 20 de março de 2006 e a segunda, dia 18 de abril de 2007, as irregularidades encontradas seguem abaixo.

Tabela 12. Diagnóstico de Inspeção do Sistema de Abastecimento de Água PACIENCIA

Não conformidades	Conseqüências	Recomendações
Entrada de pessoas estranhas à ETA e acesso à captação no manancial	Risco na ação de vândalos, quanto à retirada de cabos de fiação elétrica, ou ainda comprometimento do processo de tratamento da água por manipulação de pessoas estranhas	Garantir as medidas de segurança, proteção e controle no acesso às instalações da ETA, para manter a integridade da água a ser consumida pela população, desde a sua captação até a saída do tratamento.
Não possui programa de proteção do manancial e da captação	Devido presença de fontes de contaminação oriundas de aglomerados populacionais nas proximidades, os mananciais superficiais estão mais vulneráveis às fontes de contaminação tanto antrópica quanto ambiental e apresentam na água bruta, variações sazonais no período chuvoso e de estiagem, podem sofrer eutrofização, com acentuação da cor e proliferação de algas e cianobactérias	Cumprir a Portaria 518/04, no que tange ao Art.9º, inciso III e V, sobre avaliação sistemática da do uso e ocupação da bacia de captação, assim como a ações de proteção do manancial, em conjunto com órgãos ambientais.
Caixa de inspeção (permite a inspeção e limpeza) dos reservatórios	A tampa enferrujada pode comprometer a qualidade da água, ressecando e soltando parte do metal enferrujado na água	Realizar manutenção periódica na caixa de inspeção, assim como proceder a trocar da tampa das caixas de inspeção enferrujadas
Ausência de identificação das áreas onde se sucedem as etapas de tratamento da água e registros de procedimentos utilizados	Pode ocasionar confusão tanto nos operadores da ETA quanto nas autoridades de saúde pública, por ocasião das inspeções sanitárias no local.	Colocar placas de identificação em todas as áreas e ainda manter registros atualizados dos procedimentos realizados, para que não haja falhas na rotina de operação das ETAS
Não há controle de estoque. No depósito os produtos estavam diretamente no chão	Desorganização e falta de controle dos produtos utilizados no tratamento sugerem riscos à integridade da água distribuída.	Realizar organização e controle de estoque da entrada e saída de produtos, assim como, adquirir estrados para deposição destes, garantindo a quantidade suficiente e validades dos mesmos.
Não evidência de EPI's para os profissionais que operam as ETA's, nem dos profissionais do laboratório	Risco de acidentes com produtos ou substâncias químicas, descargas elétricas e até mesmo contaminação	Disponibilizar EPI em número suficiente para os profissionais em todas as áreas de tratamento, incluindo o laboratório.
Local inadequado e sem proteção para os cilindros de cloro gás	O cloro gás é um irritante primário das vias respiratórias, pode causar sensação de sufocamento, pele e olhos. Pode reagir explosivamente com produtos orgânicos.	Adequar local de armazenamento dos cilindros de cloro gás, com devida identificação de produto perigoso, de modo a garantir a segurança no manuseio e estocagem dos mesmos
O reservatório de água tratada encontrava-se aberto na ocasião da inspeção	Comprometimento da qualidade da água distribuída, ocasionando rejeição da população e procura de outras fontes alternativas	Providenciar a troca da tampa do reservatório de água tratada e mantê-la fechada.

Não conformidades	Conseqüências	Recomendações
Não há evidência de registros de dados sobre os procedimentos realizados no Sistema	Pode haver falhas na operacionalização dos procedimentos, comprometendo a hidráulica e o funcionamento das ETA's e conseqüente controle inadequado da qualidade da água	Manter registros em banco de dados sobre todos os procedimentos executados pelo Sistema, bem como o detalhamento de parâmetros de projeto e operacionais na ETA para facilitar o acesso às informações
Foi evidenciado através de coletas na rede, teor abaixo do mínimo estabelecido pela norma vigente	Deficiência na desinfecção, podendo ocasionar riscos à saúde	Manter o teor mínimo de cloro residual em 0.2 mg/l na rede de distribuição
Não dispõem de plano de amostragem, nem realizam monitoramento na captação do manancial, na saída do tratamento, nem no sistema de distribuição dos parâmetros químicos fluoreto, trihalometanos e cianotoxinas, obrigatórios pela Portaria 518/04, indispensáveis para evitar riscos à saúde humana e comprometimento no processo de tratamento e distribuição da água.	Ingestão contínua dessas substâncias representam risco à saúde humana. O fluoreto pode ocasionar fluorose (principalmente em crianças) e osteoporose; os trihalometanos, podem ocasionar efeitos deletérios no fígado, nos rins e na tireóide; as cianotoxinas produzem toxinas (substâncias químicas orgânicas hepatotóxicas, neurotóxicas ou causadoras de irritação na pele) que representam riscos significativos à saúde humana.	Para evitar risco a à saúde da população abastecida ao consumir água fora dos padrões de potabilidade, recomenda-se o cumprimento da Port.518/04, (Art. 18, Tabela 6 e 7) no tocante ao Plano de Amostragem, a obrigatoriedade das análises químicas no sistema de distribuição quanto aos fluoretos (por serem incorporados à água na fluoretação), dos trihalometanos (produto secundário da cloração) e as cianotoxinas (pela gravidade do problema – substância pode liberar toxinas na água), esta última, estabelecer obrigatoriedade no monitoramento (Port 518/04, Art. 2º ). Tal cumprimento é para prevenir riscos à saúde e a compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente.

Gráfico 09. Coletas de amostras na rede de distribuição com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água - 2006

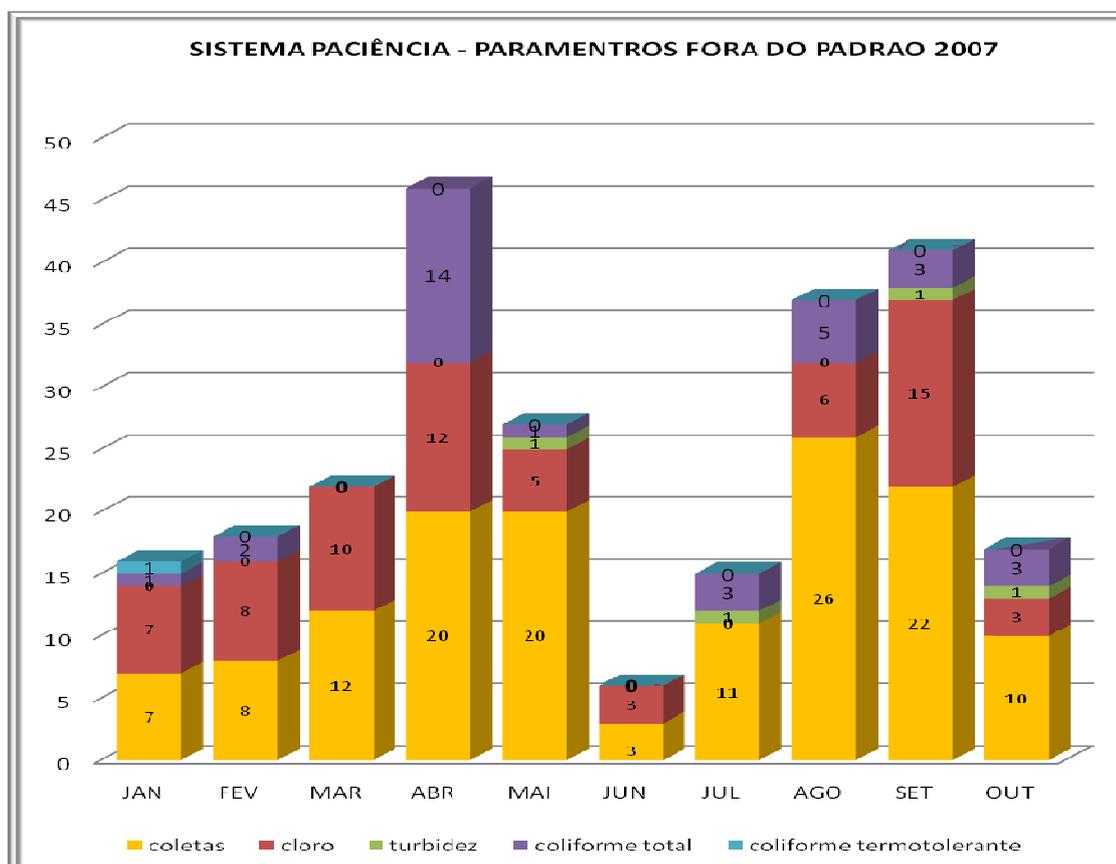


Foram realizadas na rede de distribuição do sistema de abastecimento do Paciência um total de 191 coletas de amostras de água para consumo humano, onde foram analisados os quatro parâmetros preconizados pela Portaria 518/04, para rede de distribuição: cloro, turbidez, coliformes totais e coliformes termotolerantes, durante os meses de janeiro a outubro de 2006 e janeiro a outubro de 2007, de acordo com a programação de coletas do Plano de Amostragem definido pela Vigilância em Saúde Ambiental Municipal. Nos gráficos, optou-se por colocar somente as amostras com resultados fora dos padrões estabelecidos pela Portaria supra.

Então, o gráfico demonstra o total de amostras analisadas e os resultados dos parâmetros fora dos padrões para cada mês coletado. Daí, do total de 52 amostras coletadas em 2006, para cloro foram 45 amostras fora dos padrões; para turbidez foram 03 de amostras fora dos padrões; para coliforme total foram 08 amostras fora dos padrões; para coliforme termotolerante não houve resultado positivo.

Mais uma vez, os resultados das análises de água demonstram que há falhas no Sistema de abastecimento do Paciência, uma vez que é imprescindível a manutenção do residual de cloro na rede de 0,2 mg/L, assim como os outros parâmetros encontrados com não conformidade com a qualidade de água desejável, para garantir a desinfecção desta contra agentes patogênicos.

Gráfico 10. Coletas de amostras na rede de distribuição com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água - 2007



Para 2007, foram coletadas um total de 139 amostras no sistema durante os meses de janeiro a outubro, sendo que para o parâmetro cloro foram 04 amostras fora dos padrões; para turbidez foram 04 de amostras fora dos padrões; para coliforme total foram 32 amostras fora dos padrões; para coliforme termotolerante foi 01 amostra fora do padrão.

Nesse ano teve uma redução considerável do quantitativo de amostras fora dos padrões para cloro, o que pode significar uma melhoria no tratamento, na etapa da desinfecção com cloro. Entretanto, o número de amostras com coliforme total presente na rede ainda é elevado, podendo ser causado por falhas de manutenção das adutoras.

## Fotos 5: Inspeção no Sistema Paciência



Casa de bombas de captação de água



Armazenamento de gás cloro para desinfecção da água.



Detalhes da tubulação do conjunto motor-bomba



Armazenamento de flúor para adição na água tratada.

#### 12.6.4 Sistema Olho D'Água

O Sistema Olho D'Água é abastecido por manancial superficial, com captação no Riacho Jaguarema e atendia até 2006, parte da Zona de Abastecimento V-C. O Sistema apresenta adutora de água bruta, Estação de Tratamento, Estação Elevatória de Água Tratada e reservatório de distribuição no Bairro do Olho D'Água.

A captação é feita utilizando-se dois conjuntos moto-bomba, sendo um de reserva. São recalcados aproximadamente  $200\text{m}^3 / \text{h}$  de água para a Estação de Tratamento, que é compacta e constituída por quatro clarificadores de contato, onde ocorre coagulação, floculação e filtração. Após a filtração a água vai para um reservatório, onde passa por processo de desinfecção.

A Estação Elevatória de Água Tratada é constituída por dois conjuntos moto-bomba e faz o recalque da água tratada até o reservatório elevado de distribuição, que apresenta capacidade para  $350\text{m}^3$ .

A inspeção no sistema Olho D'água foi realizada no dia 22 de março de 2006, porém não houve inspeção em 2007, uma vez que o sistema parou de funcionar no segundo semestre de 2006, para manutenção em toda sua estrutura e operacionalização, devido à sua precária condição de funcionamento, segundo informa assessoria da CAEMA. Diz ainda que não há previsão para retornar suas atividades, uma vez que, alegam que a empresa não dispõe de recursos financeiros necessários para concluir as obras de manutenção no sistema. Os bairros que eram abastecidos por este sistema, estão sendo abastecidos atualmente pelo sistema Italuís.

Tabela 13. Diagnóstico de Inspeção do Sistema de Abastecimento de Água OLHO D'ÁGUA

Não conformidades	Conseqüências	Recomendações
Acesso de pessoas estranhas às instalações da ETA e à captação no manancial	Prejuízo da qualidade da água tratada por danos a equipamentos ou a processos indispensáveis ao adequado funcionamento da ETA, pela ação de vândalos	Garantir as medidas de segurança, proteção e controle no acesso às instalações da ETA, para manter a integridade da água a ser consumida pela população, desde a sua captação até a saída do tratamento.
Não possui programa de proteção do manancial e da bacia de captação	Devido presença de fontes de contaminação oriundas de aglomerados populacionais às margens dos mananciais superficiais estão mais vulneráveis às fontes de contaminação tanto antrópica quanto ambiental e apresentam na água bruta, variações sazonais no período chuvoso e de estiagem, podem sofrer eutrofização, com acentuação da cor e proliferação de algas e cianobactérias	Cumprir a Portaria 518/04, no que tange ao Art.9º, inciso III e V, sobre avaliação sistemática da do uso e ocupação da bacia de captação, assim como a ações de proteção do manancial, em conjunto com órgãos ambientais.
Falta de limpeza e manutenção das áreas que compõem o sistema e manutenção das instalações físicas da ETA, área administrativa e de apoio.	A poluição de qualquer natureza, tem que ser evitada em todo o processo de tratamento da água pois sujeira e desorganização no controle dos produtos utilizados no tratamento sugerem riscos à integridade da água distribuída. As instalações físicas deficitárias podem ocasionar acidentes.	Realizar limpeza, organização e manutenção das áreas que compõem a ETA, incluindo o laboratório, área dos dosadores, depósito de produtos químicos, sala das bombas, casa do quadro de comando das bombas de água bruta, banheiros (colocação de portas com trinco onde se fazem necessárias, manutenção de piso, teto e paredes, local para guardar objetos de uso pessoal, reposição de luminárias, disponibilizar papel toalha e higiênico, bem como sabão líquido no banheiro, trocar portas dos armários do laboratório.
Sala de armazenagem cilindros de cloro sem ventilação	Risco de acidente com produto tóxico, quando inalado pode causar sérios problemas respiratórios. Produto inflamável.	Instalar exaustor na parede da sala onde ficam os cilindros de cloro, para favorecer a ventilação
Ausência de identificação das áreas onde se sucedem as etapas de tratamento da água e registros de procedimentos utilizados	Pode ocasionar confusão tanto nos operadores da ETA quanto nas autoridades de saúde pública, por ocasião das inspeções sanitárias no local.	Colocar placas de identificação em todas as áreas e ainda manter registros atualizados dos procedimentos realizados, para que não haja falhas na rotina de operação das ETAS
Não há controle de estoque. No depósito os produtos estavam diretamente no chão	Desorganização e falta de controle dos produtos utilizados no tratamento sugerem riscos à integridade da água distribuída.	Realizar organização e controle de estoque da entrada e saída de produtos, assim como, adquirir estrados para deposição destes, garantindo a quantidade suficiente e validades dos mesmos.
Sujeira na área do entorno da ETA, material em desuso exposto .	A poluição de qualquer natureza, tem que ser evitada em todo o processo de tratamento da água pois sujeira e desorganização no controle dos produtos utilizados no tratamento sugerem riscos à integridade da água distribuída.	Realizar limpeza periódica, organização e manutenção das áreas que compõem o tratamento

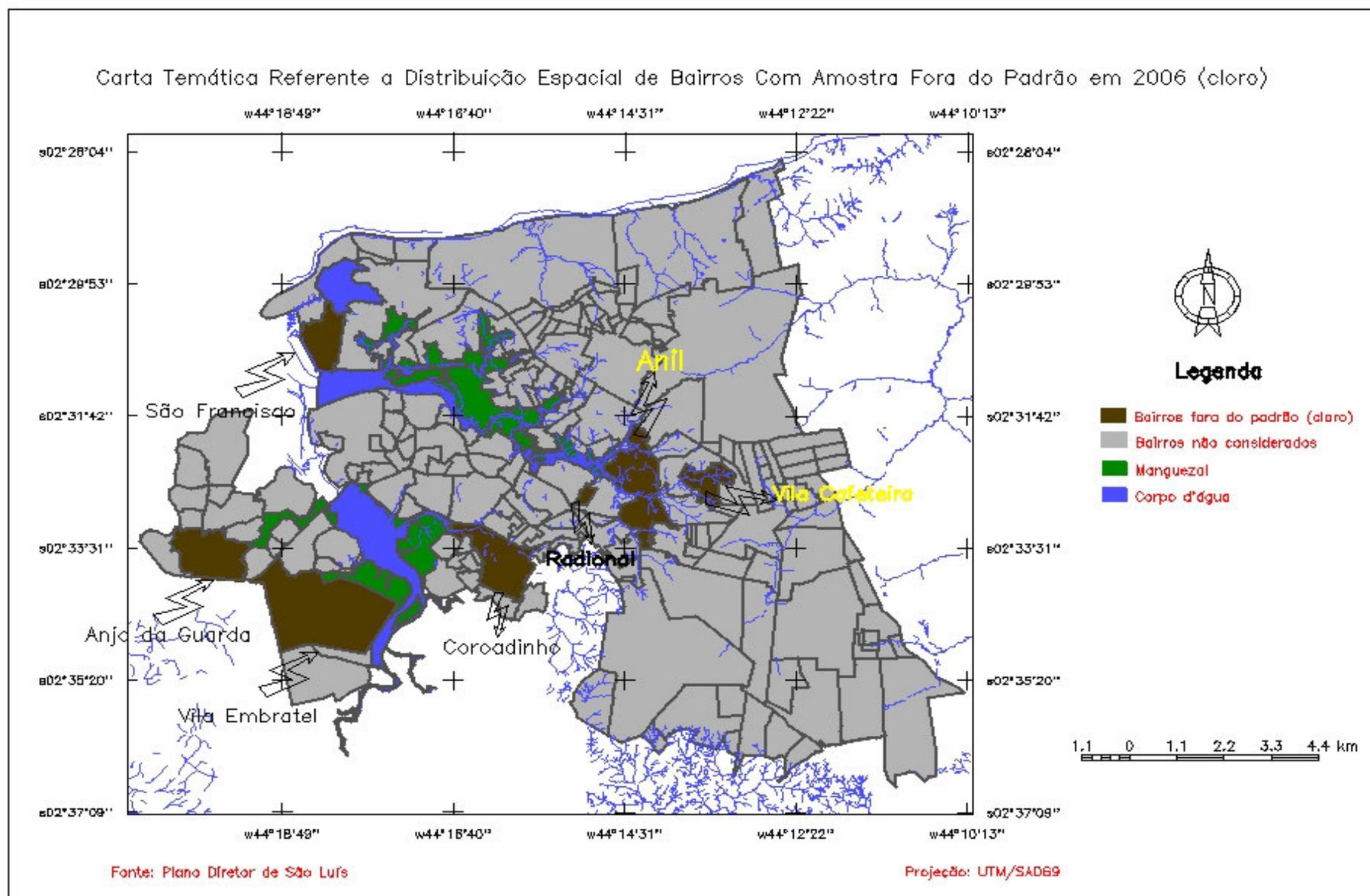
Não conformidades	Conseqüências	Recomendações
O reservatório de água tratada em péssimas condições de manutenção e conservação (infiltrações, rachaduras, tampa danificada, escada de ferro bastante oxidada).	Comprometimento da qualidade da água distribuída, ocasionando rejeição da população e procura de outras fontes alternativas	Impermeabilizar paredes, fundo e cobertura do reservatório de água tratada para evitar vazamentos ou infiltrações e corrigir rachaduras, bem como providenciar a troca da tampa e da escada que dá acesso ao interior do mesmo.
Não evidência de EPI's para os profissionais que operam as ETA's, nem dos profissionais do laboratório	Risco de acidentes com produtos ou substâncias químicas, descargas elétricas e até mesmo contaminação	Disponibilizar EPI em número suficiente para os profissionais em todas as áreas de tratamento, incluindo o laboratório.
Os reservatórios de água tratada com sujeira no entorno, com facilidade ao acesso de pessoas estranhas	Risco de comprometimento da qualidade da água tratada, por fontes de contaminação da área externa	Manter as áreas onde se situam os reservatórios de distribuição adequadamente cercadas, limpas e com aparência agradável.
Não há evidência de registros de dados sobre os procedimentos realizados no Sistema	Pode haver falhas na operacionalização dos procedimentos, comprometendo a hidráulica e o funcionamento das ETA's e conseqüente controle inadequado da qualidade da água	Manter registros em banco de dados sobre todos os procedimentos executados pelo Sistema, bem como o detalhamento de parâmetros de projeto e operacionais na ETA para facilitar o acesso às informações
Não foi encontrada evidência de aperfeiçoamento e qualificação dos recursos humanos	Equipes despreparadas para detecção de problemas durante todo o processo de tratamento da água de distribuição. A não qualificação de recursos humanos constantes, pode comprometer a qualidade da água consumida.	Os sistemas de abastecimento são constituídos de estrutura física e recursos humanos. Portanto, é necessário cumprir o que dispõe a Port.518/04, na Seção IV, Art. 9º, Inciso II, alínea "c", que trata da capacitação e atualização dos profissionais encarregados pela operação dos sistemas e controle da qualidade da água.
Não foi encontrada evidência de manutenção e limpeza da rede de distribuição	A água colocada à disposição da população pode ser contaminada ou perder as suas características de água tratada ocasionando rejeição da população	Realizar manutenção periódica na rede de distribuição a fim de evitar decaimento da qualidade da água e evitar perdas; desinfetar as tubulações após serviços de construção ou reparos.
Foi evidenciado através de coletas na rede, teor abaixo do mínimo estabelecido pela norma vigente	Deficiência na desinfecção, podendo ocasionar riscos à saúde	Manter o teor mínimo de cloro residual em 0.2 mg/l na rede de distribuição

<b>Não conformidades</b>	<b>Conseqüências</b>	<b>Recomendações</b>
<p>Não dispõem de plano de amostragem, nem realizam monitoramento na captação do manancial, na saída do tratamento, nem no sistema de distribuição dos parâmetros químicos fluoreto, trihalometanos e cianotoxinas, obrigatórios pela Portaria 518/04, indispensáveis para evitar riscos à saúde humana e comprometimento no processo de tratamento e distribuição da água.</p>	<p>Ingestão contínua dessas substâncias representam risco à saúde humana. O fluoreto pode ocasionar fluorose (principalmente em crianças) e osteoporose; os trihalometanos, podem ocasionar efeitos deletérios no fígado, nos rins e na tireóide; as cianotoxinas produzem toxinas (substâncias químicas orgânicas hepatotóxicas, neurotóxicas ou causadoras de irritação na pele) que representam riscos significativos à saúde humana.</p>	<p>Para evitar risco a à saúde da população abastecida ao consumir água fora dos padrões de potabilidade, recomenda-se o cumprimento da Port.518/04, (Art. 18, Tabela 6 e 7) no tocante ao Plano de Amostragem, a obrigatoriedade das análises químicas no sistema de distribuição quanto aos fluoretos (por serem incorporados à água na fluoretação), dos trihalometanos (produto secundário da cloração) e as cianotoxinas (pela gravidade do problema – substância pode liberar toxinas na água), esta última, estabelecer obrigatoriedade no monitoramento (Port 518/04, Art. 2º ). Tal cumprimento é para prevenir riscos à saúde e a compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente.</p>

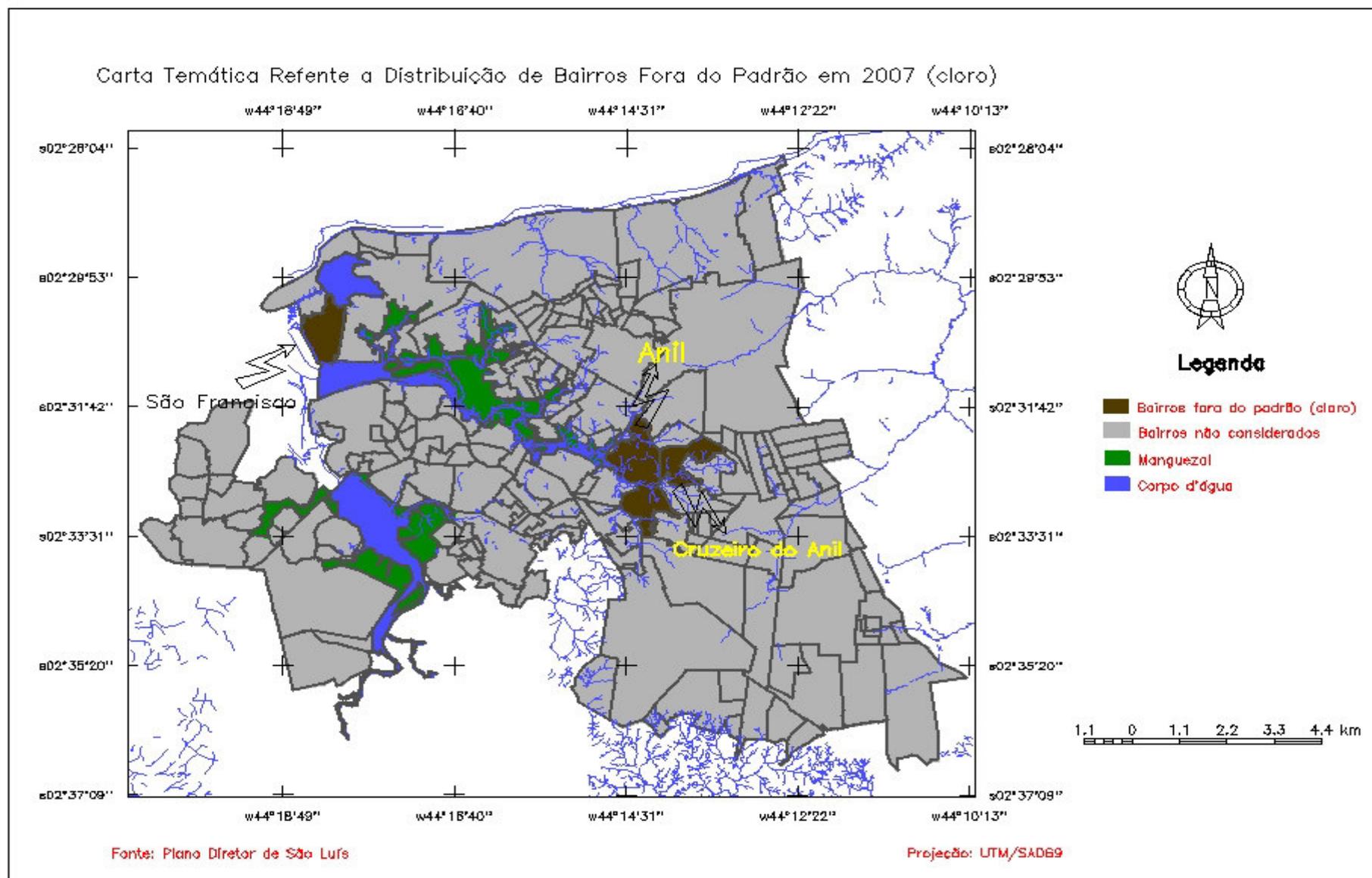
### **12.7 Mapeamento temático dos bairros estudados**

Os mapas temáticos desenvolvidos nesse estudo apresentam os bairros com maior ocorrência de diarreia aguda em São Luis e as ocorrências de hepatite A, também nesses bairros, bem como os resultados das coletas de amostras de água para consumo humano com os parâmetros de potabilidade cloro, turbidez, coliformes totais e coliformes termotolerantes, fora dos padrões estabelecidos pela Portaria MS 518/04, verificados nos anos de 2006 e 2007.

Mapa 4. Distribuição Espacial dos Bairros com maior ocorrência de diarreia e hepatite A com Amostras Fora do Padrão para Cloro no ano de 2006.



Mapa 5. Distribuição Espacial dos Bairros com maior ocorrência de Diarréia e Hepatite A com Amostras Fora do Padrão para Cloro no ano de 2007



O mapa temático 4, mostra a distribuição espacial dos bairros com amostras fora dos padrões de potabilidade para o parâmetro cloro no ano de 2006, que são os seguintes: São Francisco, Anjo da Guarda, Vila Embratel, Coroadinho e Coroadado do Sistema Italuís, que também se configuram como bairros com maior ocorrência de diarreia, assim como apresentam casos de hepatite A no município. Vê-se que os bairros Aurora e Parque Jaguarema não estão contemplados no mapa, devido ao fato de que nesses dois bairros não foi feita nenhuma coleta de amostra de água de consumo humano, pois não estavam contemplados no plano de monitoramento de água da Vigilância Ambiental. Portanto, foram substituídos pelos bairros do Anil, Radional e Cruzeiro do Anil, que são abastecidos pelo sistema Paciência, o mesmo que os bairros da Aurora e Parque Jaguarema, e localizam-se em áreas circunvizinhas, como pode ser visto no mapa 2, utilizados somente a título de análise, para correlacionar os bairros que deram resultados das amostras fora dos padrões de potabilidade de água com dados de diarreia e hepatite A.

Os responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água devem manter o limite mínimo de 0.2 mg/L, em qualquer ponto da rede de distribuição e máximo de 2,0 mg/L em qualquer ponto do sistema. (Arts. 13 e 16, §2º da Portaria MS 518/04). No sistema de distribuição, a manutenção de residuais de cloro tem por objetivo a prevenção à pós-contaminação, sendo sua medida também um indicador da segurança da água distribuída. É possível notar que os responsáveis pelo sistema de distribuição estão, na sua maioria os valores de cloro entre o mínimo e o máximo permitido, preconizado pela Port. 518/04, por ser de suma importância para manutenção da integridade da água consumida.

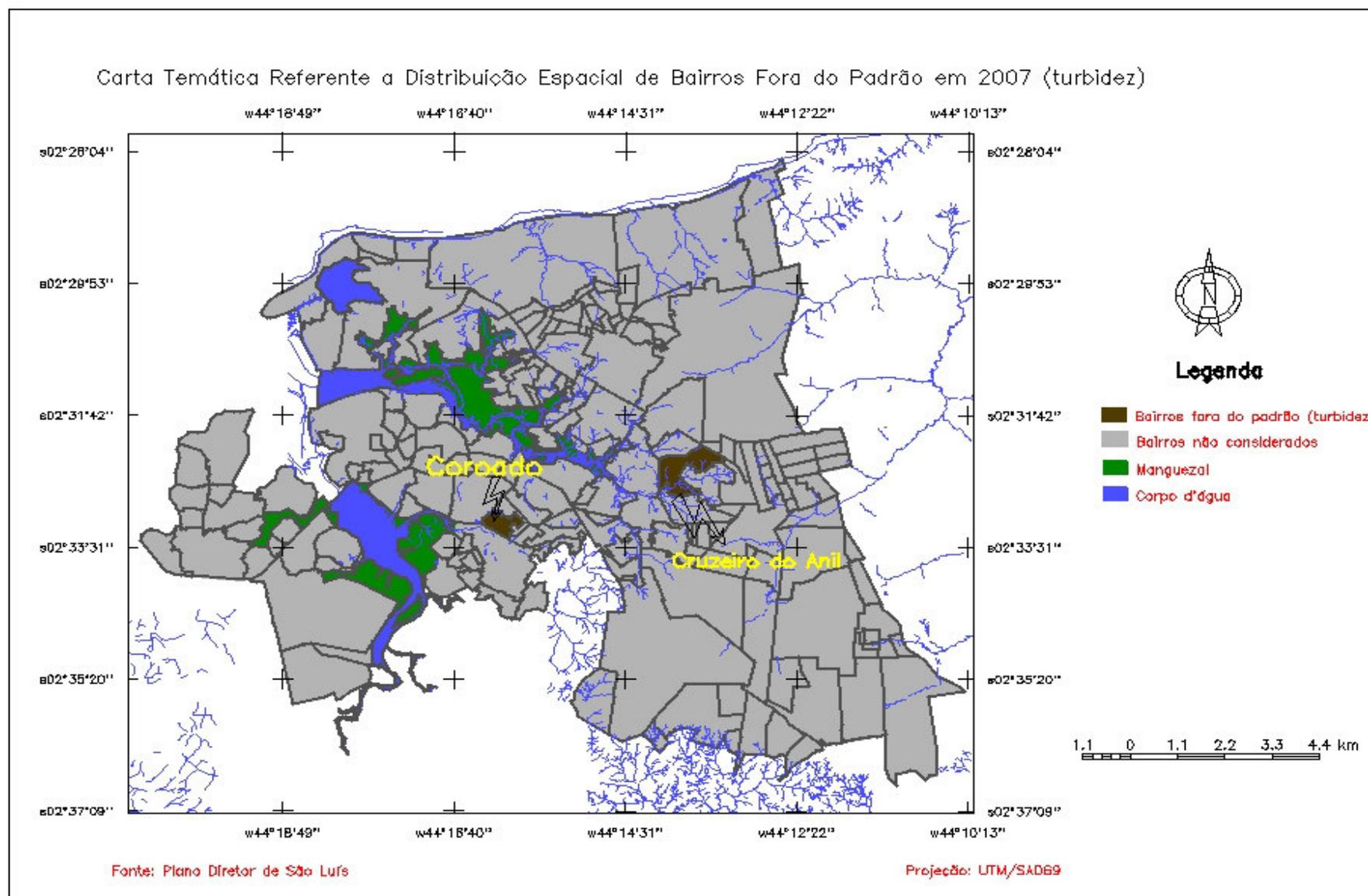
Nota-se que nos bairros da Vila Embratel, Coroadado e Coroadinho, que tiveram maior ocorrência de casos de diarreia e apresentaram também casos notificados de hepatite A, pertencem à Bacia do Bacanga, enquanto que o bairro do São Francisco que também apresentou ocorrência de casos de diarreia e hepatite A, assim como os bairros Anil, Cruzeiro do Anil e Radional, pertencem à Bacia do Anil. Bairros estes que estão suscetíveis inclusive à influência de fatores como falta de saneamento básico e poluição dos principais rios dessas Bacias, que encontram-se bastante degradados pela ação antrópica, onde muitos sobrevivem da pesca artesanal nos citados. Portanto, a necessidade de atenção especial a esses bairros com casos de

doenças de veiculação hídrica e a garantia de fornecimento de água com qualidade, com parâmetros de potabilidade aceitáveis, evitando riscos à saúde da população.

No ano de 2007, o mapa temático 5 mostra que somente os bairros do São Francisco, Cruzeiro do Anil e Anil, foram os que apresentaram o parâmetro cloro, fora do padrão de potabilidade de água, ou seja, apresentaram os limites entre o mínimo e o máximo permitido pela Portaria 518/04, em desacordo com o estabelecido de no mínimo 0,2 mg/L e máximo de 2.0 mg/L na rede de distribuição. Faz-se importante manter esse parâmetro na rede de distribuição após a desinfecção, para garantir a inativação microbiológica dos agentes nocivos à saúde humana. Então, se nota uma redução do número de bairros com amostras fora do padrão com referencia aos anos de 2006 e 2007. Em 2006 apresentava 08 bairros com não conformidades nas amostras, enquanto que em 2007 esse número caiu para 03 bairros somente. Em que somente o bairro do São Francisco apresenta ocorrências de diarreia e hepatite A, com os critérios pré-estabelecidos pela pesquisa.

Essa diminuição de não conformidades nos parâmetros encontrados, deve-se possivelmente ao fato da intensificação e estruturação das ações do Programa VIGIAGUA no monitoramento da qualidade da água do município, assim como, as medidas corretivas que foram exigidas em notificações quando das inspeções no ano de 2006 nos Sistemas que abastecem São Luis, considerando os resultados das análises de água fora dos padrões de potabilidade, exigidos na legislação vigente. É fato que, atenção especial deve ser empregada aos bairros com maior ocorrência de doenças de veiculação hídrica e com infra-estrutura higiênico sanitária deficiente, uma vez que em alguns desses bairros a água distribuída não condiz com a qualidade satisfatória de consumo humano, podendo conduzir a sérios riscos à saúde humana.

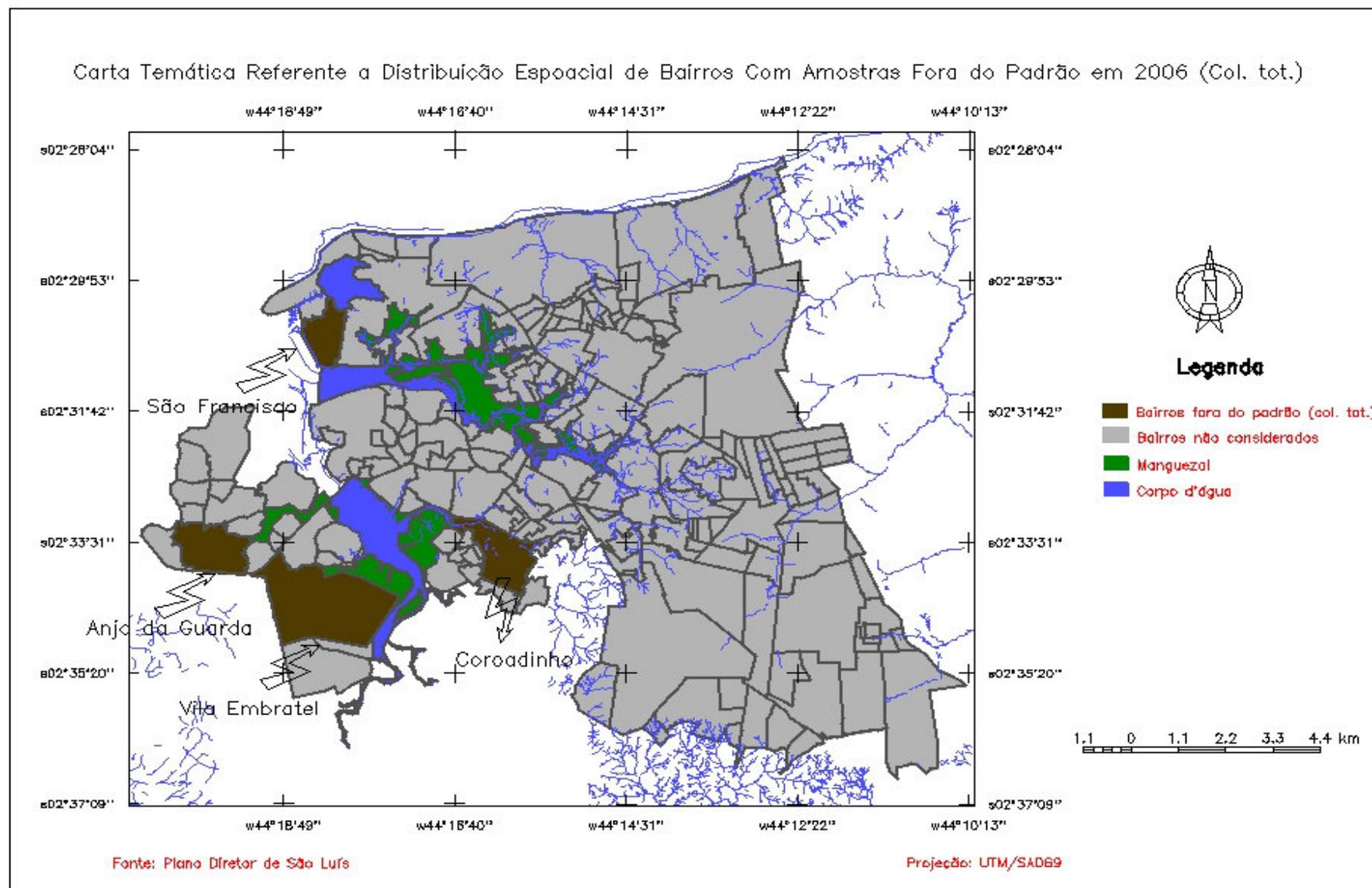
Mapa 6. Distribuição Espacial dos Bairros com maior ocorrência de Diarréia e Hepatite A com Amostras Fora do Padrão para Turbidez – ano 2007



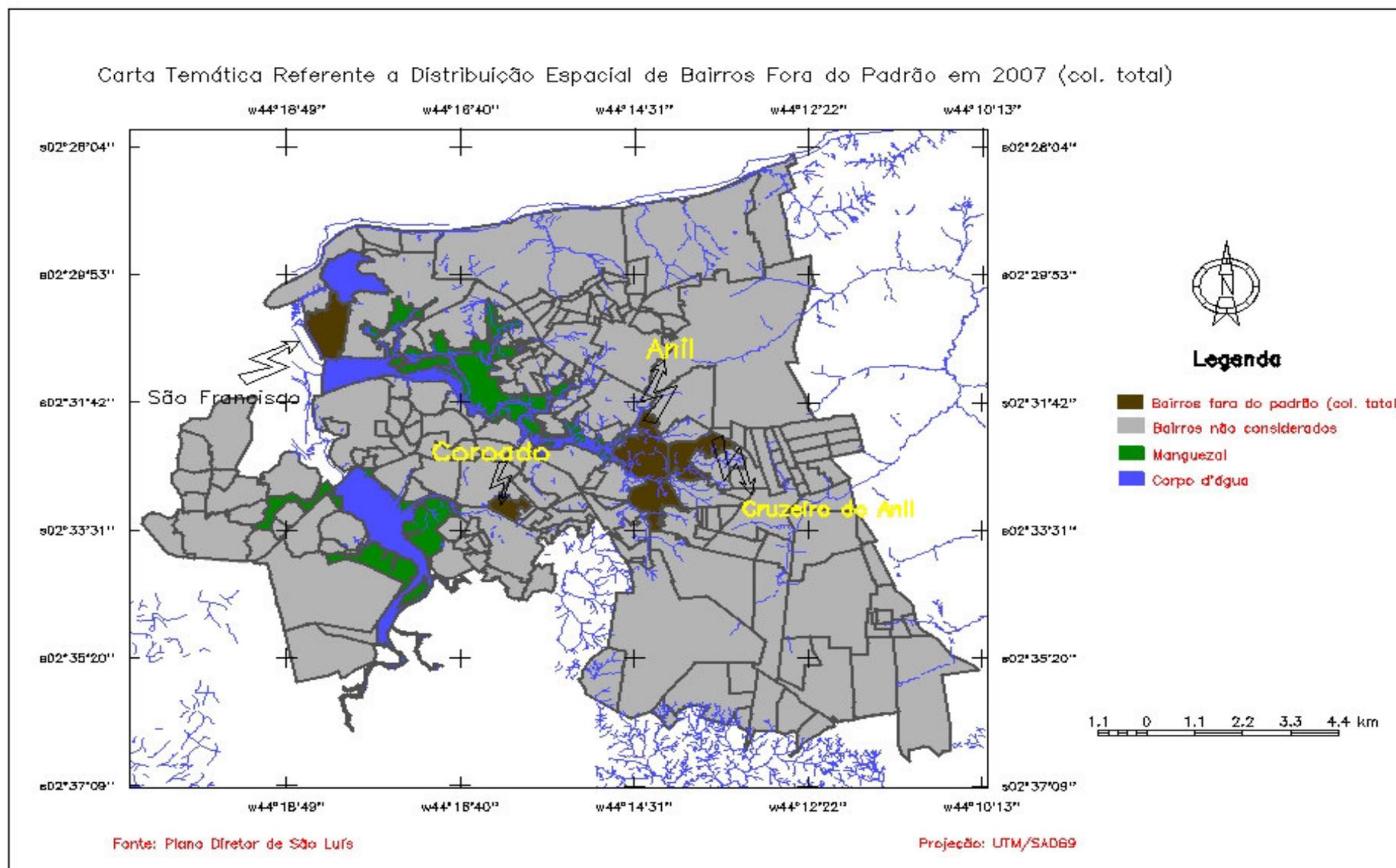
O mapa temático 6 mostra os bairros já mencionados, com resultados fora dos padrões para turbidez no ano de 2007. Destaque para o bairro do Coroado, que pertence ao Sistema Italuís, dentre os critérios das doenças selecionados para a pesquisa e o bairro Cruzeiro do Anil, que é vizinho aos bairros da Aurora e Parque Jaguarema, abastecidos pelo Sistema Paciência, portanto faz parte da mesma rede de distribuição dos bairros já citados. Sempre lembrando que as medidas adotadas para sanar as não conformidades encontradas diante dos resultados dos parâmetros, emprega-se para toda a rede de distribuição dos sistemas.

Ante o exposto, conclui-se que tais bairros não apresentam qualidade estética de água para consumo público, uma vez que a turbidez não condiz com o padrão satisfatório da água distribuída nesses bairros, lembrando que uma das características da água de consumo humano é justamente ser incolor. Pode estar ocorrendo falhas na etapa de sedimentação e filtração da água ou ainda falha na própria manutenção das adutoras, infiltrações na rede, podendo estar com alto teor de matérias sólidas em suspensão, que podem carregar cistos e oocistos de protozoários, ocasionando sérios problemas de saúde pública. Esse aspecto pode sugerir que as pessoas procurem outras fontes alternativas e duvidosas de abastecimento de água.

Mapa 7. Distribuição Espacial dos Bairros com maior ocorrência de Diarréia e Hepatite A com Amostras Fora do Padrão para Coliforme Total em 2006



Mapa 8. Distribuição Espacial dos Bairros com maior ocorrência de Diarréia e Hepatite A com Amostras Fora do Padrão para Coliforme Total em 2007.

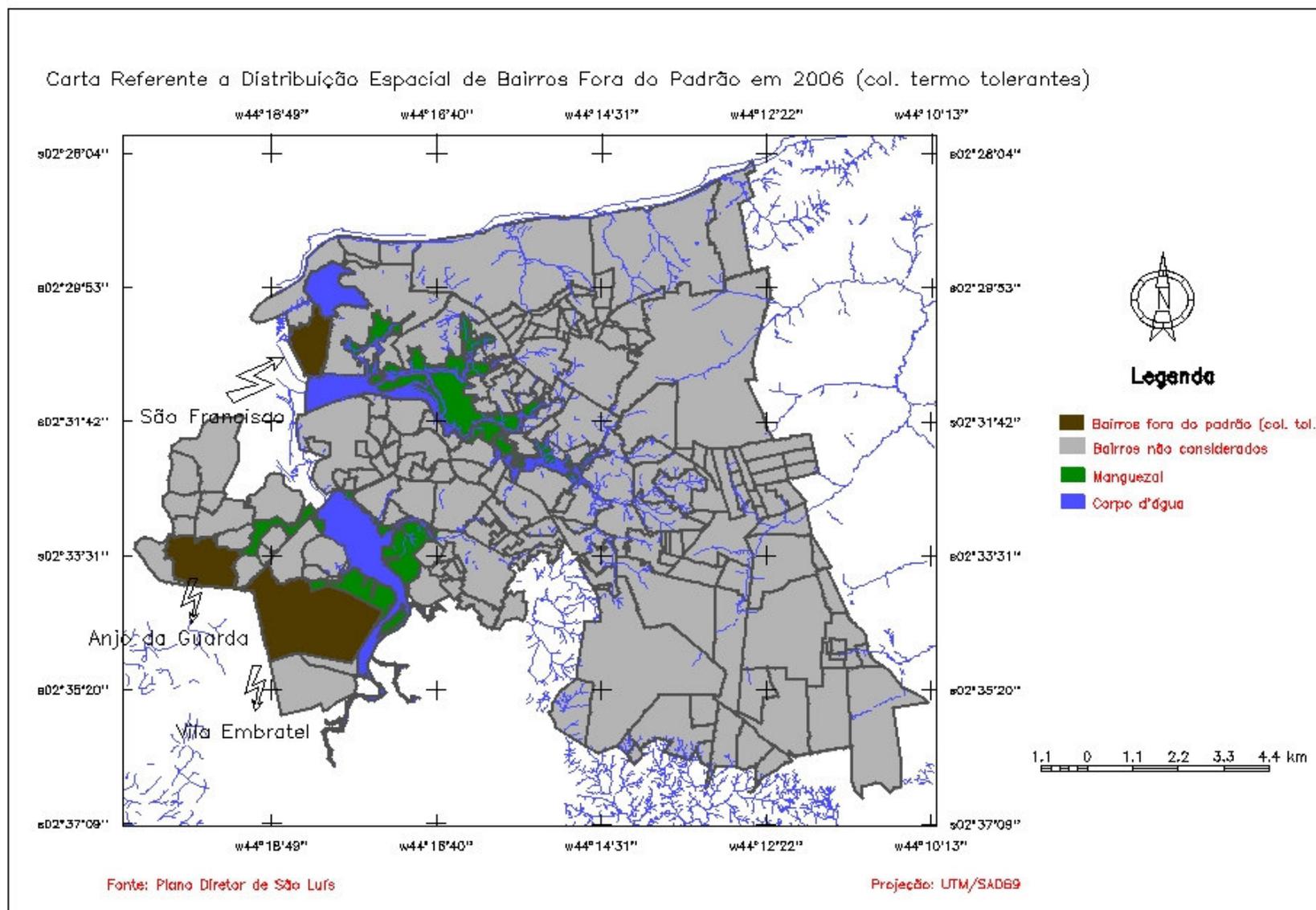


O mapas temáticos 7 e 8 mostram os resultados analíticos dos bairros para o parâmetro coliformes totais. Em 2006, os bairros do São Francisco, Anjo da Guarda e Vila Embratel, abastecidos pelo Sistema Italuís, foram os que apresentaram resultados positivos para coliformes totais, o que indica que os sistemas que distribuem água para esses bairros estão com deficiência no seu processo de tratamento. Ressalta-se que esses bairros tiveram destaque em ocorrência de casos de diarreia e hepatite A, segundo critérios adotados pela pesquisa, assim como deficiência na infra-estrutura higiênico-sanitária dos seus bairros. Outro agravante é a proximidade desses bairros dos rios Anil e Bacanga, que no período chuvoso pode criar situações de suscetibilidade à doenças de veiculação hídrica, em face do saneamento básico deficiente, associados aos resultados insatisfatórios da qualidade da água distribuída.

Em 2007, o bairro do São Francisco também obteve resultado positivo para coliforme total e ainda os bairros do Coroadó, abastecido também pelo Sistema Italuís e o bairro do Anil pelo Sistema Paciência. O Anil está inserido neste contexto, por representar a mesma rede de distribuição e serem bairros vizinhos aos bairros da Aurora e Parque Jaguarema. Os outros bairros selecionados pela pesquisa não estão presentes no mapa, em face destes terem seus resultados de coleta de água negativos para coliformes totais.

Cabe ressaltar que, embora a detecção de coliformes totais em amostras de água de consumo humano, não guarde necessariamente uma relação conclusiva de contaminação de origem fecal, serve como indicador da eficiência do tratamento da água e da integridade dos sistemas durante a distribuição de água à população. Desse modo, quando as amostras dão resultados positivos para coliformes totais, devem ser analisadas para coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*, conforme §2º do art. 11 da Portaria MS nº 518/04. Portanto, a simples presença de coliformes totais deve ser considerada como potencial problema de risco à saúde e suas causas devem ser investigadas pelas autoridades de saúde pública, para que estas forneçam as orientações cabíveis.

Mapa 9. Distribuição Espacial dos Bairros com maior ocorrência de Diarréia e Hepatite A com Amostras Fora do Padrão para Coliformes Termotolerantes em 2006.

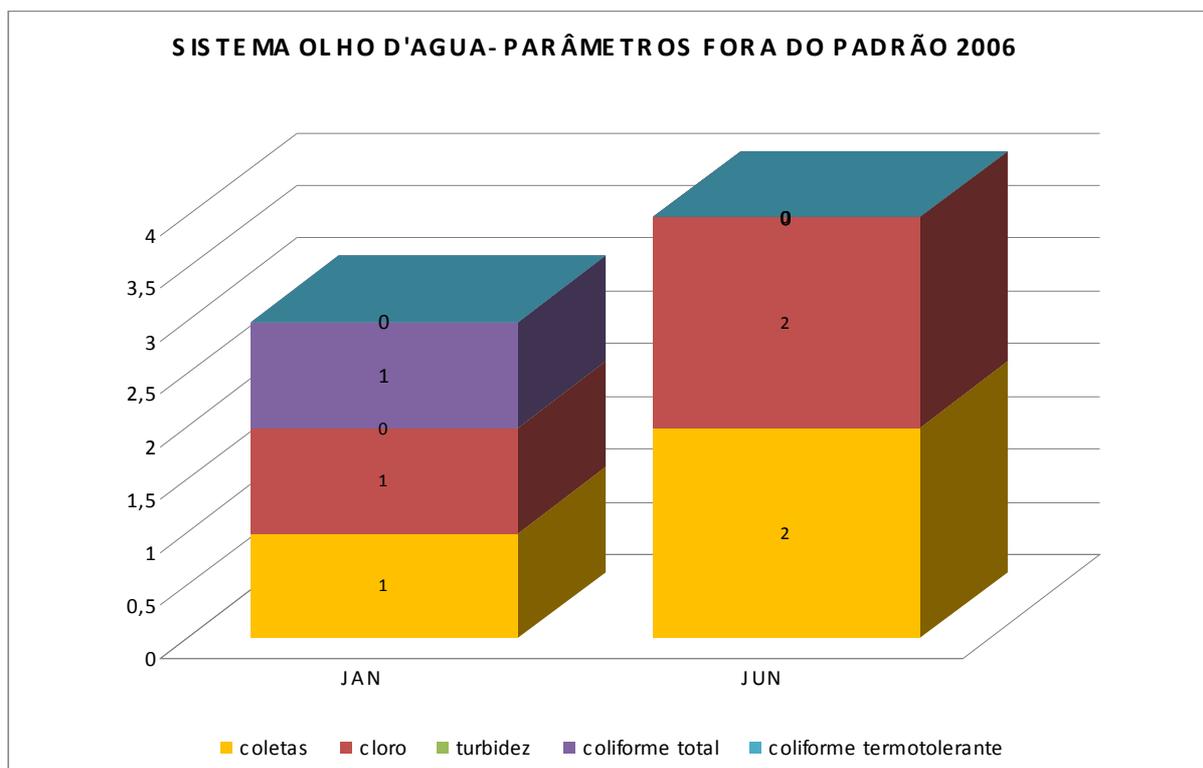


O mapa temático 9 mostra os bairros com amostras fora dos padrões para o parâmetro coliforme termotolerante, para o ano de 2006. Os bairros com não conformidades na qualidade da água são: São Francisco, Anjo da Guarda e Vila Embratel, todos abastecidos pelo Sistema Italuís. Esses bairros apresentam ocorrência igual ou maior de 500 casos de diarreia aguda em São Luis e ainda ocorrência de casos de hepatite A. Cuidado especial deve ser tomado nesses bairros com tais ocorrências, uma vez que essas doenças são também de veiculação hídrica, apresentam um perfil socioambiental com graves deficiências na infra-estrutura higiênico-sanitária, o que inclui a deficiência no abastecimento de água, conforme resultados encontrados e já citados anteriormente nesta pesquisa, devendo, portanto as autoridades de saúde pública tomarem medidas não só corretivas para garantir um fornecimento de água com qualidade, dentro dos padrões aceitáveis, preconizados pela legislação vigente, como também medidas preventivas para evitar riscos à saúde da população.

Ressalta-se que mesmo o tratamento nas ETA's seja adequado, a água pode se deteriorar ao longo da distribuição. A presença de coliformes termotolerantes no sistema de distribuição é um sinal de recontaminação ou falhas no tratamento. Portanto, na rede, os responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água, devem manter 100% de amostras fora dos padrões, ou seja, ausência total de coliformes termotolerantes em 100 m/l das amostras coletadas para análise.

Nenhuma amostra com resultado positivo para coliformes termotolerantes foi encontrada em 2007, para esses bairros selecionados para o estudo.

Gráfico 11. Coletas de amostras na rede de distribuição do Sistema Olho D'água com parâmetros fora dos padrões de potabilidade da água – 2006..



Foram realizadas na rede de distribuição do sistema de abastecimento do Olho D'água, um total de 03 coletas de amostras de água para consumo humano, onde foram analisados os quatro parâmetros preconizados pela Portaria 518/04, para rede de distribuição: cloro, turbidez, coliformes totais e coliformes termotolerantes, somente durante os meses de fevereiro e junho de 2006, pois o sistema estava em processo de desativação, onde o mesmo continua desativado até a presente data, que segundo informações da prestadora de serviço CAEMA, estão aguardando recursos financeiros suficientes para continuar as obras de manutenção da estação de tratamento. Os bairros que eram abastecidos por esse sistema, agora estão sendo atendidos pelo sistema Italuís, desde o ano de 2007.

Então, o gráfico demonstra o total de amostras analisadas e os resultados dos parâmetros fora dos padrões para cada mês coletado. Daí, do total de 03 amostras coletadas em 2006, para cloro foram as 03 amostras fora dos padrões; para turbidez estavam em acordo com os padrões da norma vigente; para coli total foi 01 amostra fora do padrão; para coli termo não houve amostra fora do padrão.

Os dados extraídos dos resultados das coletas de água realizados em 2006 e 2007, nos sistemas de abastecimento de água do Italuís, Sacavém, Paciência e Olho D'água, denotam fragilidades operacionais na distribuição de água tratada à população, com presença de padrões insatisfatórios para consumo humano, alterando a qualidade da água consumida. Deve-se haver um monitoramento mais contínuo por parte dos responsáveis pelo abastecimento, assim como um acompanhamento sistemático nas estações de tratamento de água, intensificando as inspeções e recoletando nos mesmos pontos que deram anomalias nos padrões, para verificar se medidas corretivas e até mesmo preventivas foram adotadas. Permitindo dessa forma assegurar que o sistema de distribuição com um todo, opere satisfatoriamente proporcionando um produto dentro das normas de qualidade da água para consumo humano.

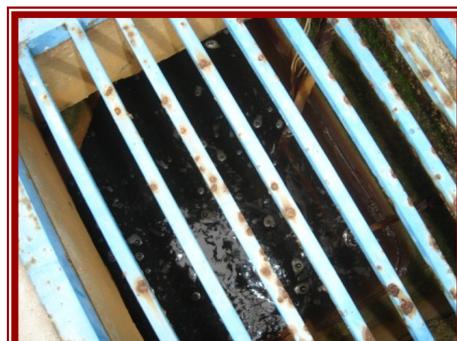
Isso demonstra que os sistemas tem sérios problemas na sua operação e manutenção no tratamento da água, uma vez que quando se trata de água de consumo humano, deve-se ter uma atenção especial, pois os consumidores estão consumindo água, que acreditam estar com garantia de tratamento. E essa garantia deve ser assegurada pelos responsáveis pelo controle do sistema de abastecimento e pela autoridade de saúde pública que faz vigilância do controle.

Daí a importância do Programa VIGIAGUA – Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, que possui nas suas atribuições ações que garantam à população o acesso à água em quantidade suficiente e qualidade compatível com o padrão de potabilidade estabelecido na legislação vigente, para a promoção da saúde.

Fotos 6 - Inspeção no Sistema Olho D'agua



Tanque de água tratada – escada de ferro oxidada



Tanque de água tratada – escada de ferro oxidada



Balneário sito à montante (3 km) da Bacia de Captação



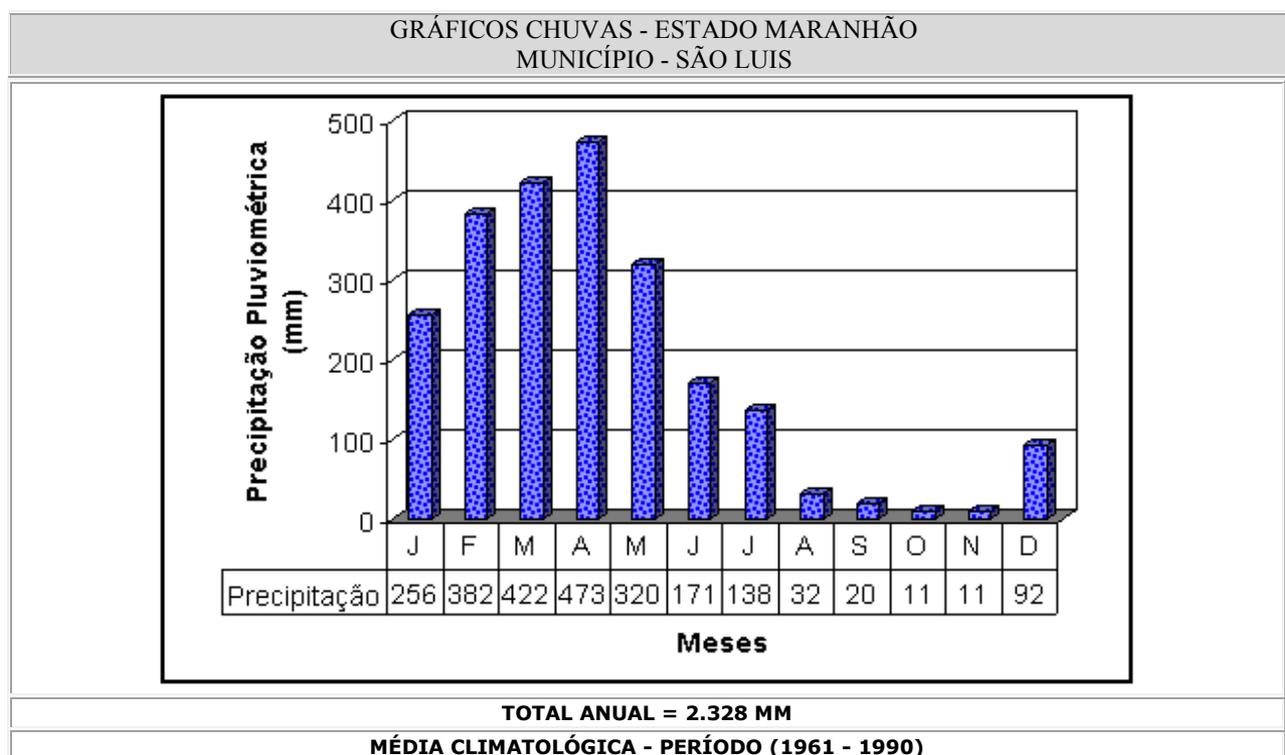
Detalhe do Interior da sala de Cloração

## 12.8 Relação do período climático, seco e chuvoso no processo saúde – doença em São Luís

O fenômeno da precipitação é o elemento alimentador da fase terrestre do ciclo hidrológico e constitui, portanto, fator importante para os processos de escoamento superficial direto, infiltração, evaporação, transpiração, recarga de aquíferos e vazão básica dos rios. Nos projetos de drenagem, de construção de reservatórios de regularização (barragens) e outros, os dados de precipitação serão muitas vezes necessários para o dimensionamento das obras e conduzirão a resultados mais seguros quanto melhor for sua definição.

A precipitação é entendida em Hidrologia como toda água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. (TUCCI, 1997).

Gráfico 12. Precipitação Pluviométrica em São Luis – Período 1961-1990 – Média Anual



FONTE: LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA – LABMET. Núcleo Geoambiental – UEMA

O período chuvoso na Ilha de São Luis, abrange os meses de fevereiro a maio, quando caem cerca de 90% do total anual, destacando-se o quadrimestre fevereiro, março, abril e maio. O período seco abrange o período de agosto a dezembro, quando chove apenas 10% do total anual. (ZECMA, 2003)

A partir do Gráfico 5 foi possível observar que a média dos índices pluviométricos se faz de forma constante, ou seja, os maiores índices pluviométricos observados, no período compreendido entre 1961 a 1990, no município de São Luis-MA, abrange os meses de janeiro a julho, basicamente no primeiro semestre do ano. Enquanto que, no segundo semestre, apresenta uma queda considerável nos índices pluviométricos, iniciando um período conhecido como estiagem, que se inicia em agosto podendo se estender até dezembro.

Feita essa observação, ficou evidenciada a sazonalidade presente nas séries temporais com dois períodos bastante distintos: período chuvoso, presente no primeiro semestre do ano e período de estiagem - que representa a diminuição do índice pluviométrico - presente no segundo semestre. Destaca-se ainda que cada milímetro (mm) de chuva corresponde a 1 litro de água precipitada, em 1 metro quadrado de área.

Adicionalmente construiu-se a relação entre a precipitação pluviométrica no município de São Luis e sua influência na ocorrência de doenças de veiculação hídrica – diarreia e hepatite A - no ano de 2007, de acordo com os gráficos de notificação de diarreia nos 07 Distritos de Saúde de São Luis, distribuídos durante os 12 meses do ano de 2007, fornecidos pela Superintendência de Epidemiologia da Secretaria Municipal de Saúde de São Luís.

Como mostra o (anexo \_\_) de ocorrência de diarreias em São Luis no ano de 2007, pode-se observar que a incidência da doença é visivelmente maior no primeiro semestre do ano em questão, nos sete Distritos de Saúde, onde estão distribuídos os bairros do município de São Luis, período este em que a ocorrência de precipitação pluviométrica apresenta seus maiores índices. Daí, os resultados encontrados demonstram a relação do aumento de casos de doenças (diarreia) no período chuvoso. No entanto, para os 104 casos de Hepatite A, notificados em São Luis no ano de 2007, pode-se observar maior incidência da doença no primeiro semestre, nos

meses de março, com 11 casos; maio com 35 casos e outubro com 11 casos. Demonstra, portanto que as ocorrências com maior incidência mantêm-se constantes.

Para corroborar com as observações preliminares feitas diante dos resultados, sobre a relação entre a média pluviométrica e o número de ocorrências de casos de diarreia e hepatite A em São Luís, foi realizado testes estatísticos, de *Correlação de Spearman*, como segue na tabela:

Tabela 14. Testes de Correlação de Spearman

Teste	Correlação de Spearman	Valor
Precipitação pluviométrica x Número de casos de Hepatite A	Coefficiente de correlação p-valor	0,129 0,689
Precipitação pluviométrica x Número de casos de diarreia em São Luís	Coefficiente de correlação p-valor	0,739* 0,006
Precipitação pluviométrica x Número de casos de diarreia - Vila Esperança	Coefficiente de correlação p-valor	0,399 0,198
Precipitação pluviométrica x Número de casos de diarreia - Bequimão	Coefficiente de correlação p-valor	0,897* 0,000
Precipitação pluviométrica x Número de casos de diarreia - Centro	Coefficiente de correlação p-valor	0,492 0,104
Precipitação pluviométrica x Número de casos de diarreia - COHAB	Coefficiente de correlação p-valor	0,448 0,144
Precipitação pluviométrica x Número de casos de diarreia - Coroadinho	Coefficiente de correlação p-valor	0,49 0,106
Precipitação pluviométrica x Número de casos de diarreia - Itaqui-Bacanga	Coefficiente de correlação p-valor	0,673** 0,017
Precipitação pluviométrica x Número de casos de diarreia - Tirirical	Coefficiente de correlação p-valor	0,553*** 0,062

\*Correlação significativa a 0,01 (1%)

\*\*Correlação significativa a 0,05 (5%)

\*\*\*Correlação significativa a 0,10 (10%)

Devido à quantidade de dados, 12 no total (por serem considerados os meses do ano), foi realizado um teste de correlação de Spearman (não paramétrico) entre a precipitação pluviométrica e as quantidades de casos de hepatite A no município de São Luís, bem como entre a precipitação e a quantidade de casos de diarreia aguda em cada distrito desse município. Não

foi constatada relação entre o número de casos de hepatite A e a quantidade de precipitação pluviométrica.

Quanto aos casos de diarreia, no município de São Luís é significativa a relação do número de casos com a precipitação, o coeficiente de correlação positivo, indica que quanto maior a quantidade de precipitação (ou a qtde de chuva) maior é a quantidade de casos de diarreia aguda no município.

Testando separadamente os distritos, o de Bequimão, apresenta correlação significativa a 1% (pois  $p\text{-valor} < 0,01$ ), o de Itaqui-Bacanga, onde estão localizados os bairros do Anjo da Guarda e Vila Embratel, (com alto índice de casos de diarreia em São Luis) apresenta correlação significativa a 5% (pois  $p\text{-valor} < 0,05$ ) e o de Tirirical apresenta correlação significativa a 10% (pois  $p\text{-valor} < 0,10$ ). E todos com coeficientes positivos, ou seja, à medida que aumenta a quantidade de chuva, aumenta também a quantidade de casos de diarreia. Os demais distritos não apresentam correlação significativa, ou seja, a quantidade de chuva não interfere na quantidade de casos de diarreia.

A diarreia constitui uma das principais causas de morbimortalidade em crianças menores de cinco anos de idade, principalmente em menores de um ano, e, por isso, é considerado um grave problema de saúde pública. (CORTEGUERA, R.R.)

LIAO, et al., 1995, publicaram uma pesquisa sobre o Estado de poluição bacteriológica dos principais rios da ilha de São Luis: Anil, Bacanga e Paciência, acreditando que o estado de poluição bacteriológica fluvial possa ser responsável pela causa principal das diarreias infantis em São Luis. A pesquisa foi realizada no período de novembro de 1981 a outubro de 1984, fases da enchente e vazante da maré. Tiveram os seguintes resultados, importantes para a compreensão deste trabalho.

Analisando estes dados, verificamos que o número de coliformes fecais por 100ml apresentou ampla variação em cada uma das fases da maré, em qualquer uma das épocas. As médias dos valores correspondentes às duas épocas, chuvosa e seca, calculadas por cada ponto de coleta, indicaram maior concentração de coliformes fecais/ /100ml, na nascente do rio Anil. Verifica-se, ainda, que estes valores

diminuíram à proporção que os pontos de coleta se aproximaram da foz do rio. A mesma constatação pode ser feita quanto aos números correspondentes às bactérias totais por ml. Estudando estes dados, observamos comportamentos distintos entre bactérias totais e coliformes, quanto às épocas chuvosa e seca. A concentração bacteriana por ml de água é maior na estação chuvosa do que na seca, em todos os pontos de coleta, quer seja com a maré vazante ou enchente. As coliformes e coliformes fecais, com uma única exceção na fase enchente da maré, apresentaram-se, também, com concentrações altas na época chuvosa. A exemplo do Rio Anil, o Rio Bacanga, em qualquer uma das épocas, apresentou maior concentração bacteriana em sua nascente. (LIAO, et al, 1995).

Ainda como resultado da pesquisa acima mencionada, o autor conclui que estes rios não podem ser utilizados para abastecimento de água da cidade, a menos que as autoridades de Saúde Pública, realizem tratamento dos esgotos antes destes desaguarem nos rios, onde a população residente no entorno poderá usá-la para fins de lazer, lavagem de roupa e pesca artesanal, sem os perigos de contaminação.

Dentre as possíveis causas para a influência das chuvas no aumento de casos de diarreia, durante o período chuvoso estão: a precariedade nos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destino final dos resíduos sólidos, drenagem urbana, bem como a higiene inadequada dos moradores e principalmente das crianças, categoria esta mais afetada pela doença. Tal situação constitui-se em risco para a saúde da população, sobretudo para as pessoas mais carentes dos bairros de São Luis. Adotar políticas sociais e ampliar o acesso ao saneamento é fundamental para melhorar a qualidade de vida e as condições de saúde da população.

A partir das análises realizadas com os casos de diarreia e hepatite em São Luis, foi possível observar a grande dificuldade que se tem para trabalhar com dados de saúde, principalmente nas regiões norte e nordeste do país, onde não existe a cultura de registro e há uma grande subnotificação do dado, que, do ponto de vista epidemiológico, é muito séria. Registra-se que, para se obter um resultado de qualidade nos estudos que ora está se propondo, deve-se estar diante de um registro de saúde confiável, com investimento na coleta adequada de dados.

Em 1995, Gilvania de J. realizou pesquisa abrangendo crianças menores de cinco anos residentes em 3 áreas da ilha de São Luís (Brasil): Vila Palmeira, Anjo da Guarda e São José de

Ribamar, compreendendo o período entre 1986-1989, onde constatou-se que as maiores prevalências da doença diarréica foram observadas em maio de 1986 e novembro de 1987. As prevalências foram menores na estação chuvosa (maio) e maiores na época seca (novembro). Análise de regressão linear simples mostrou associação estatisticamente significativa entre prevalência de doença diarréica e precipitação pluviométrica ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 1** - Época, tipo de estudo, número de crianças entrevistadas, prevalência de diarreia, precipitação pluviométrica, temperatura média e umidade relativa do ar em três áreas da Ilha de São Luís, 1986-1989.

Época	Tipo	Número de crianças	Prevalência (%)	Pluviosidade* (em mm)	Temperatura média (°C)*	Umidade relativa do ar (%)*
Maio 86	Censitário	7.172	16,8	215,4	26,4	89,6
Novembro 86	Amostral	590	16,1	1,8	28,2	84,0
Novembro 87	Amostral	1.249	18,7	0	28,6	83,2
Maio 88	Amostral	1.161	6,7	575,5	27,3	89,2
Novembro 88	Amostral	1.221	13,9	3,4	29,6	86,0
Maio 89	Censitário	6.695	7,8	441,5	26,3	85,5

\* Fonte: Relatório meteorológico do Terminal da Ponta da Madeira (Companhia Vale do Rio Doce).

Observou-se na tabela acima, publicada no relatório meteorológico do Terminal da Ponta da Madeira, um declínio estatisticamente significativo na prevalência da diarreia entre os estudos censitários, realizados na época chuvosa, de maio-86 e maio-89 ( $p < 0,05$ ). Apesar das flutuações observadas nos resultados, devido a fatores sazonais, observou-se tendência à diminuição da doença diarréica. Em 1986 foram detectados 6,3 episódios diarréicos por criança/ano, enquanto em 1989 esse número decresceu para 2,1 episódios/criança/ano.

Entre as razões que podem explicar a redução da morbidade pela doença diarréica, no período estudado, podem ser relacionados: aumento no percentual de domicílios servidos por água da rede pública, que passou de 56,6% para 91,1%; redução do número de mães analfabetas e aumento daquelas com primeiro grau; aumento dos domicílios servidos por coleta de lixo, que passaram de 16,3%, em 1986, para 22%, em 1989; aumento do percentual de famílias com renda entre 1 e 1,9 salários mínimos, diminuindo o percentual daquelas com menos de um salário e com 2 a 3 salários. (Gilvana de J. Revista de Saúde Pública.1995).

Outras doenças relacionadas com a precipitação pluviométrica na Ilha de São Luis foram estudadas, como a dengue por exemplo. Em artigo publicado na Revista de Saúde Pública, em 2004 com o tema: Aspectos epidemiológicos do dengue no Município de São Luís, Maranhão, Brasil, 1997-2002, concluiu que as chuvas exercem grande influência na determinação do período de ocorrência da doença. Em São Luís, a situação estabelecida está diretamente relacionada com o aumento da precipitação pluviométrica e da umidade relativa do ar. Esses fatores abióticos não só aumentam consideravelmente a quantidade de criadouros disponíveis para o desenvolvimento das formas imaturas do vetor, incluindo-se aí os depósitos naturais e artificiais de água, como também geram condições ambientais para o desenvolvimento dos adultos.

### **13 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A saúde é um direito social fundamental estabelecido na Constituição Federal e na Lei nº 8.080/90, que reconhece ser um direito de todos e um dever do Estado. A água é um elemento fundamental à vida, sendo necessária para que a pessoa possa desenvolver suas atividades normais e para o crescimento econômico de um povo, devendo atingir a todos de forma integral, além de encontrar-se presente em proporções elevadas no organismo de todos os seres vivos. Para tanto, é indispensável que seu consumo esteja dentro dos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria MS. nº 518/04.

Com a inspeção no sistema de abastecimento e coleta de água de consumo humano, é possível uma visão da probabilidade de ocorrência de episódios de qualidade indesejável da água, o que permite identificar possíveis ocorrências negativas e assim impedi-las ou evitá-las, ou ainda possíveis procedimentos inadequados e assim corrigi-los. Cabe mencionar que, tendo em vista os resultados das análises realizadas em águas tanto de mananciais, como da rede pública de abastecimento, e devido a constantes variações nessas águas, na realidade esse resultado revela características apresentadas pela água no momento em que foi coletada. Fato esse que demonstra o papel fundamental da eficácia do Programa VIGIAGUA na capital, quanto ao monitoramento

frequente da qualidade da água distribuída à população, com objetivo de evitar riscos à saúde humana.

No entanto, acredita-se que com o atual abastecimento de água a população de São Luís está possivelmente exposta ao risco de doenças e outros agravos à saúde. De modo geral, a empresa de abastecimento de água e esgotos que fornece água para São Luís, não atende satisfatoriamente o que preconiza a Portaria MS nº 518/04, sobre a potabilidade da água consumida. Os resultados das amostras com teor de cloro residual em desacordo com a legislação indicam que a rede de distribuição possui problemas de manutenção e operação quanto à conservação e manutenção da estrutura desde a captação até a distribuição à população que assegure o abastecimento público de qualidade., combinado a isso, tais não conformidades encontradas nos sistemas de abastecimento de água, podem ser atribuídas à intermitência do sistema, que favorece a entrada de água contaminada no interior da tubulação vazia, em áreas de pressão negativa. Isto também pode indicar uma contaminação eventual e pontual, uma vez que a rede de distribuição encontra-se, em diversos locais, com perfurações clandestinas.

Este estudo demonstra, diante dos resultados, a importância na utilização dos mapas temáticos como ferramenta de gestão pública, uma vez que pode auxiliar no planejamento, monitoramento e avaliação da qualidade da água distribuída em São Luís e do risco de doenças de veiculação hídrica, identificando áreas de riscos de contaminação, áreas de influências dos agravos, localização de áreas de coletas de informação, entre outros, no sentido de promover tomada de decisões que culminem com a melhoria da qualidade de vida da população.

Não obstante isso se evidencia as ações de saneamento básico que refletem diretamente nas condições ambientais e, em consequência, no bem estar humano, produzindo a redução na morbi-mortalidade. Assim, podem-se correlacionar as ações de saneamento ambiental com a saúde da população, utilizando como ferramenta a vigilância epidemiológica que atua na avaliação e monitoramento, ao longo do tempo, dos riscos e agravos à saúde que tenham como origem as questões ambientais, assim como intensificar as ações do Programa VIGIAGUA –

Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, para garantir o fornecimento de água com qualidade à população.

É possível verificar ainda que, o município de São Luis necessita de políticas públicas com efetividade, direcionadas aos problemas ambientais, partindo do pressuposto de que um dos mais importantes fatores determinantes da saúde são as condições ambientais e que doenças de veiculação hídrica, como hepatite A e diarreia que estão intrinsecamente relacionadas com as condições inadequadas de saneamento e abastecimento público de água, de acordo com o diagnóstico socioambiental realizado na pesquisa, bem como adotar medidas que visem apoiar a correta gestão de recursos hídricos. Outra medida importante é o investimento em campanhas de educação ambiental, para esclarecer à população sobre a importância de se manter a qualidade da água consumida, na prevenção de riscos à saúde humana, principalmente no período chuvoso, evidenciado pela pesquisa como um período onde a população das áreas mais deficitárias de saneamento básico, estão mais suscetíveis à adquirir doenças de veiculação hídrica, como exemplo a diarreia aguda.

As soluções para as questões hídricas não se baseiam somente em aplicação de técnicas para captação, armazenamento e preservação da água, a solução também envolve o interesse público e o envolvimento da sociedade, na solução da problemática. É necessário que se tenha dedicação, que envolva práticas de compromissos sociais, não só com a gestão pública de recursos hídricos, mas a responsabilidade com as ações de saúde e de educação, para que as mesmas tenham legitimidade.

Este estudo tem como resultado, além do diagnóstico da qualidade da água de consumo humano fornecido pelos sistemas de abastecimento público na área urbana de São Luis e a relação com os bairros de maior ocorrência de doenças de veiculação hídrica: diarreia aguda e hepatite A, o encaminhamento deste documento aos responsáveis pelo abastecimento de água de São Luis, bem como para os órgãos competentes de saúde pública e ambiental, com o objetivo de fornecer subsídios para adotar medidas corretivas quanto à identificação de riscos à saúde humana no consumo de água em desacordo com os padrões de potabilidade exarados na legislação vigente.

## 14 RECOMENDAÇÕES

Ante o exposto, com embasamento nas inspeções realizadas, pode-se notar que o sistema Italuís, com maior número de bairros abastecidos, portanto o mais suscetível a riscos de detecção de não conformidades e ainda, por sua ETA encontrar-se distante da área de abastecimento de São Luís, merece atenção particular, uma vez que há problemas na produção de água tratada, desde a sua captação. Os mananciais de águas superficiais são geralmente águas limpas em períodos de estiagem e barrentas no período das chuvas, e possuem grande quantidade de matéria orgânica dissolvida em determinadas regiões, por isso é importante que os responsáveis pelos sistemas que captam água desses mananciais tomem medidas preventivas tomando em consideração tais períodos, que podem influenciar diretamente na qualidade da água a ser consumida. Algumas medidas preventivas, simples e custo consideravelmente pequeno em relação ao benefício recebido, podem ser adotadas logo na captação, tal como: gradeamento na sucção da água bruta para retenção de areia, folhas, galhos e outros objetos sólidos, para proteger o bombeamento e adução dessa água bruta, que pode prejudicar toda a etapa do tratamento e diminuir o custo com os produtos para clareamento dessa água.

Parte dos problemas observados no processo de tratamento da água do Sistema Italuís deve-se a não realização sistemática dos ensaios de Jar Test (Teste de Jarros), procedimento essencial em qualquer ETA, pois constatou-se que o atual tratamento não está considerando as variações sazonais da qualidade da água e das vazões dos afluentes reais.

É necessário que o responsável pelo Sistema proceda a ações corretivas com maior brevidade, com vistas a garantir a prevenção de inúmeras doenças e a promoção da saúde da população e que as ações de longo prazo sejam informadas através de um plano de ação para a autoridade de saúde pública.

Após as medidas adotadas pelo responsável pela operação do sistema e comunicado à autoridade competente, esta deve realizar além das recoletas no ponto de constatação de parâmetros fora dos padrões de potabilidade e ainda, nas imediações desse ponto de coleta, nos vizinhos ao lado e em frente ao local pesquisado.

Para tanto, é imprescindível que o consumo seja de uma água com padrões de potabilidade preconizados pela Portaria MS nº 518/04 que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

O controle da qualidade da água baseado única e exclusivamente em análises laboratoriais de amostras da água, ainda que freqüentes, não constitui garantia absoluta da potabilidade. Tão importante quanto o controle pelas análises, são também a adoção de boas práticas em todas as partes constituintes e nas etapas do abastecimento de água.

Torna-se indispensável, que de posse dos resultados das análises das amostras de água e das inspeções realizadas, ao se encontrar não conformidades, em desacordo com as normas de potabilidade da água, comunicar, imediatamente ao órgão responsável pelo abastecimento de água sobre o problema ocorrido, solicitando que medidas corretivas, tais como: realização imediata após a constatação da anomalia, da desinfecção e descarga na rede de distribuição ou ainda no reservatório da estação de tratamento, para prevenir prováveis situações de surto por doenças de veiculação hídrica e sanar qualquer indício de aceitáveis contaminações na rede.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, E. H. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão, **Revista Caminhos de Geografia**. Uberlândia-MG, p.17, fev 2004.

AZEVEDO, L.G.T. et al. 2003. **Água, Redução de Pobreza e Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Banco Mundial, 2003. 52p.

ADENILDE R.Nascimento\*(PQ), JOÃO E. Mouchrek-Filho\*(PQ), MARLUCY.B. Oliveira\*(IC), ANDRÉ Gustavo L. A. Martins\*( PG), WALDÊNIA A. Souza\* (AT), Josilene L. Serra\*(IC).Artigo científico. Publicado na Revista Inovação. Nº 4/2006.Premio Fapema. 2006. No feito de **Efluentes Domésticos na Proliferação de Aeromonas sp. em Pescado de Estuário do Rio Bacanga**, São Luís – MA. Victor E. Mouchrek-Filho\* (PQ) .

BASTOS, R.X.K.; BEVILACQUA, P.D.; NASCIMENTO, L.E. do et al. **Oocistos de *Cryptosporidium* e cistos de *Giardia*: circulação no ambiente e riscos à saúde humana**.In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000. Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre, 2000, p.27.

BRASIL. Ministério da Saúde. Lei nº 8080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União de 20/09/90**, p. 18055. Brasília-DF.

CAEMA - **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental** 18 a 23 de setembro de 2005 - Campo Grande/MS

CAEMA. Companhia de Água e Esgotos do Maranhão. **Relatório Anual da Qualidade da água produzida pelos sistemas de abastecimento de água**. São Luis. 2007.

CAMPOS, G. J. do V.; Reis Filho, S. A. ; Moreira da Silva, A. A.; Novochadlo, M. A.S.; Silva, Raimundo A.; Galvão, C. E.S. Morbimortalidade infantil por diarreia aguda em área metropolitana da região Nordeste do Brasil 1986-1989, **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 29, n.2, Abr, 1995.

CARIDADE. E. O., Vaz dos Santos, M. C. F. Análise Espacial da Situação Sanitária e sua consequência na distribuição de casos de Hepatite A na Bacia o rio Anil, São Luís-Ma, **Revista Brasileira de Cartografia**, nº 1, p.6, ago 2007.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S/A. **Relatório: Aproveitamento hidroenergético usina de Maremotriz**. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1980. v1.

CHAN, F. K. L.; CHING, J.L.; LING, T. K. W.; CHUNG, S.C.; SUNG,J.J.Y. ***Aeromonas infection in acute suppurative cholangitis***: review of 30 cases. *Journal of Infection*, v. 40, 2000, 69,73.

COSTA, S. S., Maciel Filho, A. A., Cancio J. A., Oliveira, M. L. C. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **A Seleção de Indicadores Sanitários como Instrumento de Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano na Prevenção e Controle de Doenças de Veiculação Hídrica....**

CORTEGUERA, R.R. Mortalidade por enfermidades diarréicas agudas em menores de 5 anos: Cuba, 1959-1983. **Revista Cubana de Higiene y Epidemiologia**. 24:131-45, 1986.

Disponível em [http://www.castelobranco.br/redepea/noticia\\_0305271041.php](http://www.castelobranco.br/redepea/noticia_0305271041.php). Acesso em jan 2007.

ESTADO DO MARANHÃO. Secretaria de Estado da Saúde. Portaria n. 78, de 17 de julho de 2002. Institui no Estado do Maranhão, normas para implantação e execução do Programa /estadual de Vigilância da Água para Consumo Humano. **Diário Oficial do Estado**, São Luís-MA, n. 14, p.38, 22 jul.2002.

ELETROBRÁS. Centrais Elétricas Brasileiras S/A. Relatório: **Aproveitamento hidroenergético do estuário do Bacanga através de uma usina de Maremotriz**. Rio de Janeiro, 1980. v1.

FEITOSA, A.. TROVÃO, J.R. **Atlas Escolar Maranhão:Espaço Geo-Histórico e Cultural**. João Pessoa: Ed. Grafset, 2006. 207p.

FERNANDES NETO, M. L. **A atuação da Vigilância em Saúde Ambiental, relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília-DF: Ministério da Saúde, 2005.

FERREIRA JÚNIOR, L. G. **Monitoramento e avaliação da contaminação de água potável através do método do substrato definido-cromogênico a nível municipal do SUS**. Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro-RJ. 117p.2002.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para consumo Humano**. Brasília-DF, 2002. 44p.

\_\_\_\_\_. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3. ed. Brasília, 2004. 408p.

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

GONÇALVES NETO, V. MACÁRIO REBELO, S. J. M. Aspectos epidemiológicos do dengue no Município de São Luís, Maranhão, Brasil, 1997-2002. **Caderno de Saúde Pública**. vol.20 no.5 Rio de Janeiro Set./Out. 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Censitária – 2000.**: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: fev/2007.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em [www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual.nocoos/elementos.representacao.html](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual.nocoos/elementos.representacao.html). Acesso em abr/2008.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resultados da Amostra do Censo Demográfico 2000.** Malha municipal digital do Brasil: situação em 2001. Rio de Janeiro: 2004. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: out/2008.

LACEN. Laboratório Central de Saúde Professor Gonçalo Muniz. Bahia. Disponível em: <http://www.saude.ba.gov.br/lacen/>. Acesso em: jan/2008.

LATICÍNIOS, 13., 1995, Juiz de Fora, **Anais...** Juiz de Fora, MG.: Centro de Pesquisa e Ensino Instituto Cândido Tostes, 1995. 324p. p. 45-48.

LIMA, S. L. SAAVEDRA, O.R., BARROS, A.K., CAMELO, N.J. NEA- Núcleo de Energias Alternativas, UFMA. **Projeto da Usina Maremotriz do Bacanga: Concepção e Perspectivas.** Disponível em : <http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/CLAGTEE.2003/Papers/RNCSEP%20B-115.pdf>. Acesso em: out/2008.

LIAO, L.D.P.S., BEZERRA, J.M., BASTOS, O.C., GARROS, C. O estado de poluição bacteriológica dos principais rios da ilha de São Luis – Estado do Maranhão – Brasil: Anil, Bacanga e Paciência. **Cadernos de Pesquisa - UFMA**. São Luis. V.1. Nº 1. jan/jun.1985. 100p.

MACÊDO, J. A. B., ANDRADE, N. J., **Formação de trihalometanos em águas cloradas para abastecimento público e indústrias de alimentos.** In: CONGRESSO NACIONAL DE

MACEDO, J. A. B., **Determinação de trihalometanos em águas de abastecimento público e indústria de alimentos.** Dissertação de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Viçosa-MG. 1997. 90f.

MARTINS VIEIRA, M.B.C. Controle microbiológico da água. In: COUTO, R.C.; PEDROSA, T.M.G; NOGUEIRA, J.M. **Infecção hospitalar – epidemiologia, controle, gestão para a qualidade.** 2. ed. Belo Horizonte: Medsi, 1999.

MAXCY, Kenneth. F., ROSENAU, Milton J., LAST. **Public Health & Preventive Medicine**. 13.ed. Connecticut: Appleton & Lanre, 1257 p., 1992.

MEDRONHO, R. A. **Geoprocessamento e saúde: uma nova abordagem do espaço no processo saúde-doença**. Rio de Janeiro, NECT / FIOCRUZ. 1995. 45 p.

MEDEIROS, E. A.S. **Centers for Disease Control and Prevention -CDC, Atlanta, EUA**. In: Manual ANVISA/MS. Infecção relacionada à assistência a saúde. Investigação e Controle de Epidemias (surtos) Hospitalares. **São Paulo – SP. 2004**.

MOUCHREK FILHO, V. E., NASCIMENTO, A.R., J., OLIVEIRA, M. B. et al. Artigo: Efeito de Efluentes Domésticos na Proliferação de *Aeromonas* sp. em Pescado de Estuário do Rio Bacanga, São Luís – MA. **Revista Inovação**. Prêmio Fapema .Ano 2 nº 04, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências. **Portaria 518 de 25 de março de 2004**. Brasília-DF, 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Hepatites Virais: o Brasil está atento**. Brasília. 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso**. Brasília. 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília-DF. 2006. 212p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Biossegurança, em Laboratório Biomédico e Microbiologia**. 3ª ed. Brasília. 2006. 288 p.

NETO. J.P.C., Jornal da Soamar- **Sociedade Amigos da Marinha do Estado do Maranhão**, publicada em agosto de 2002.

OLIVEIRA, E.R. de, Rezende F. P., Soares, Ayrimoraes, S. R. , Bernades, R.S. **Metodologia para Classificação de Sistemas de Abastecimento de Água com base no emprego de Tipologias**. Ministério da Saúde, 2007.

OMS. Organização Mundial de Saúde. Agua, saneamiento y salud. **In: Calidad del agua potable**, 2006.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Gestão da água no Brasil. 2005**

OPAS. Organização Pan Americana de Saúde. A desinfecção de água. Washington, DC: Opas,1999.

Organização Panamericana de Saúde. Água potável no semi-árido. 2004.

PAULA, V. S., ARRUDA, M.E., VITRAL, CL., *et al.*, 2001. **Seroprevalence of viral hepatitis in riverine communities from the western region of the Brazilian Amazon Basin**. Memória do Instituto Oswaldo Cruz, v.96, n.8 (nov.). 1123-1128 p.

PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL - PCA. **Projeto de Urbanização Integrada e Remanejamento de Habitações Precárias da Península do Ipase localizado na Bacia do Rio Anil. São Luís – MA.. Ênfase – Consultoria em Meio Ambiente Ltda**, fev 2005.

Prefeitura de São Luís. **Lei Orgânica do Município de São Luis, de 05 de abril de 1990**, p.45. São Luis-MA.

Prefeitura de São Luís. **Lei nº 3.546 de 05 de agosto de 1996**. Dispõe sobre a Vigilância Sanitária no Município de São Luís e dá outras providências, p.46. São Luís-MA.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório de Desenvolvimento Humano, 2006**. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/rdh/>. Acesso em: jan/2007.

PROJETO DE LEI Nº 4.669/ 06 .DISPÕE SOBRE O PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

SANTOS, E. C., ALMEIDA, T. C. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, **59ª. Impactos Ambientais no Entorno da Barragem Do Bacanga – São Luís (Ma)**. São Luis, UFMA.

SANTOS, C.I. C. dos. BRASIL, E.M.D. **Elaboração de Trabalhos Técnico-Científicos**. São Leopoldo. ABNT Rev. jun 2007. 79p.

SMS. Secretaria Municipal de Saúde. Superintendência de Controle de Zoonoses, Vigilância e Fiscalização Sanitária. **Boletim de Divulgação Técnica e Científica**. v. 3, Rio de Janeiro – RJ, jan de 2000.

TEBBUTT, T. H. Y. **Principles of Water Quality Control**. 2. ed. Great Britain: Butler &Tanner, 1977. 201 p.

TEIXEIRA, A.L. F. et al. **Análise espacial de indicadores socioeconômicos aplicada à gestão na área de saneamento. 2004**. Disponível em < [www.hidro.ufrj.br/pet/artigos%5C](http://www.hidro.ufrj.br/pet/artigos%5C) Artigo – RBRH. pdf>. Acesso em: out/2007.

TUCCI , C.E. M.**Gestão das Inundações Urbanas**. Porto Alegre, Junho de 2005 , 197 p.

UNESCO. **Organização das Nações Unidas para a Ciência, Educação e Cultura**. In: Sabesp e Guia do Consumo Sustentável produzido pelo IDEC - Instituto de Defesa do Consumidor. 2005.

VARGAS, M. C. O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental. **Revista Ambiente & Sociedade**, Ano II, nº 5, p.27, 2º sem. 1999.

Zoneamento Costeiro do Estado do Maranhão. **Relatório técnico**. ZECMA.FSADU, UFMA, IICA, UEMA, ADEPAQ, 2003.

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Mendes, Djenane Coimbra Teixeira

Abastecimento de Água para Consumo Humano na Área Urbana de São Luis: onde está a qualidade?/Djenane Coimbra Teixeira Mendes. – São Luís, 2008.

204f. : il.

Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) –  
Universidade Federal do Maranhão, 2008.

1. Água – Consumo Humano – Abastecimento Público
2. Qualidade Ambiental – Água I. Título

CDU 543.31.(812.1)