



UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
ESCOLA POLITÉCNICA & ESCOLA DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

**ANDREIA DE OLIVEIRA CONCEIÇÃO**

**Análise da evolução dos indicadores de saneamento e sua relação com saúde pública: Estudo de caso em São Luís - MA.**

Rio de Janeiro

2017



**ANDREIA DE OLIVEIRA CONCEIÇÃO**

**Análise da evolução dos indicadores de saneamento e sua relação com saúde pública: Estudo de caso em São Luís - MA.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Monica Pertel.

Coorientadora: Márcia Gomide.

Rio de Janeiro

2017

C744a

Conceição, Andreia de Oliveira.

Análise da evolução dos indicadores de saneamento e sua relação com saúde pública: Estudo de caso em São Luís – MA / Andreia de Oliveira Conceição – Rio de Janeiro, 2017.

131 f.

Orientadora: Monica Pertel.

Coorientadora: Márcia Gomide.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Escola de Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2017.

1. Abastecimento de água. 2. Esgotamento sanitário. 3. Saúde pública. 4. DRSAI. 5. Geoprocessamento. I. Pertel, Monica, orient. II. Gomide, Márcia, coorient. III. Título.

Andreia de Oliveira Conceição

**Análise da evolução dos indicadores de saneamento e sua relação com saúde pública: Estudo de caso em São Luís - MA.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada em: 15 de Setembro de 2017.

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Monica Pertel /UFRJ  
(Orientadora)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Márcia Gomide/UFRJ  
(Coorientadora)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cristina Aparecida Gomes Nassar/UFRJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Fernanda Santos Quintela da Costa Nunes/UFRJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Iene Christie Figueiredo/UFRJ

## **AGRADECIMENTOS**

Especialmente a Deus, por ser tão misericordioso, por ter me dado a chance de estar viva em uma vida maravilhosa, por me fortalecer todos os dias diante das dificuldades e fazer entender que estas são essenciais para nossa evolução moral. Aos espíritos de luz e da natureza que se interessam por mim e me intuíram em todos os momentos que pedi.

Às minhas orientadoras, professoras: Iene, Márcia e Mônica por terem aceitado me orientar, pelo conhecimento me passado durante a elaboração deste trabalho, aos conselhos a mim dados e a disponibilidade em me apoiar quando concorri a uma bolsa de estudos. Agradeço também a Edilea, professora adjunta do departamento de geociências da UFMA, por ter me apoiado no processo seletivo de bolsa.

À papai e mamãe que tanto amo, Raimundo Nonato Gonçalves da Conceição e Edna Maria de Oliveira Conceição. Pela educação, paciência e por sempre estarem dispostos a me orientar quando preciso. Papai, por sempre me fazer enxergar uma luz no fim do túnel e mamãe, pelo apoio, incentivo e principalmente pelas fortes orações que são essenciais para o meu bem-estar e que chegam até mim através de vibrações positivas que surtem como efeito tranquilizador.

À minha irmã, Luziane de Oliveira Conceição por todo seu amor, por se preocupar comigo, que não me deixa desistir e baixar a cabeça, que foi elemento fundamental na questão financeira por proporcionar a busca por esta conquista me ajudando financeiramente e espiritualmente com as palavras de conforto nos momentos de baixo padrão vibratório.

Aos meus irmãos, Ricardo André de Oliveira Conceição e Gustavo de Oliveira Conceição por fazerem parte da minha vida, torcem pelo meu sucesso e só querem o melhor pra mim.

Aos meus sobrinhos (os bombonzinhos) Luiz Anselmo, Clarissa e João Francisco que me orgulho em ser tia, por serem crianças abençoadas que me proporcionam tanta alegria arrancando gargalhadas em todas as ligações que realizamos, sejam elas por chamadas de voz ou vídeo.

Ao meu namorado (marido), Rafael Figueiredo, que surgiu como uma benção no meio dessa caminhada mudando o curso da minha vida. E hoje, é mais que um

namorado, se tornou meu melhor amigo, companheiro, confidente, psicólogo é aquele que me vê chorar, reclamar, desesperar, sorrir. E assim compartilhamos um lar com momentos de alegria e tristeza com força e união. Eu o amo!

Aos meus familiares tios, tias, primos, primas e minha cunhada por todo incentivo e pensamento positivo. Agradeço, especialmente, ao meu tio Francisquinho e tia Terezinha por me receberem em seu lar assim que cheguei ao estado do Rio de Janeiro e me proporcionaram amor, alegria, cuidado e todo conforto do mundo para que eu não sentisse tantas saudades de casa.

À tia Concita, ao Jorge, Ingrid e Luan que são pessoas maravilhosas que guardo com muito carinho no meu coração. Ingrid, minha prima, tão gentil ao me ajudar no processo seletivo do mestrado, entregando minha documentação na fase classificatória e fazendo minha matrícula no curso.

Aos meus amigos, Cláudia minha conterrânea, companheira de turma e de vida, onde juntas vivemos momentos de grande crescimento, alegrias, dificuldades e superação. Minhas amigas do peito, Cleane, Edilene, Fernanda, Karini, Thalita e Thais... É tanta saudade!

Às amigadas que fortaleci e aos novos amigos que fiz. Liliam, minha conterrânea, Joelina. Aos amigos do PEA: Marina, Dayana, Marjore, Bruno, João, José, Andrea, George, Camile, Claudia, Bárbara. Aos que conheci durante as tantas moradias que passei.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do estado do Maranhão por acreditar e apoiar minha pesquisa e conceder bolsa de estudos.

À Superintendência de Vigilância Sanitária de São Luís por terem disponibilizados os dados para execução deste estudo.

Ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da UFRJ, assim como os técnicos administrativos da secretaria do PEA.

E a todos aqueles, conhecidos e desconhecidos, que de alguma forma participam das nossas conquistas.

*"Mantenham a mente aberta, assim como a capacidade de se preocupar com a humanidade e a consciência de fazer parte dela."*

*(Dalai Lama)*

## RESUMO

CONCEIÇÃO, Andreia de Oliveira. **Análise da evolução dos indicadores de saneamento e sua relação com saúde pública:** Estudo de caso em São Luís - MA. Rio de Janeiro, 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

Orientadora: Monica Pertel.

Coorientadora: Márcia Gomide.

A carência de saneamento no Brasil representa impacto na relação com saúde e o ambiente. No município de São Luís, a prestação dos serviços de saneamento não atende a população segundo o princípio da equidade e tal situação favorece a incidência das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado - DRSAI. O presente estudo propõe-se em analisar o impacto da evolução da prestação dos serviços de saneamento, com ênfase no abastecimento de água e esgotamento sanitário, e suas implicações na saúde pública da população do município de São Luís. A partir de dados secundários, realizou-se a evolução dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário e a incidência de doenças. O estudo também conta com apoio de técnicas de Geoprocessamento, fundamentais para realizar a distribuição espacial das doenças, a situação socioambiental da cidade para possibilitar uma análise mais detalhada da questão. Utilizou-se correlação pra cruzamento dos dados tabulados na busca em verificar a saúde pública da população do ponto de vista sanitário. Os resultados permitiram identificar os pontos mais críticos e carentes de infraestrutura. Verificou-se que aproximadamente 1/4 dos domicílios utilizam água sem garantia de qualidade para fins potáveis. As soluções de esgotamento inexistentes ou inadequadas representam a metade dos domicílios avaliados. Os serviços de abastecimento e esgotamento passaram por discreta mudança ao longo do período avaliado. A correlação entre os dados de saneamento e saúde apresentaram intensidade de moderada a fraca, mas que não devem ser descartadas. Conclui-se que a estrutura sanitária da cidade necessita de medidas enérgicas no sentido de promover melhores condições de vida à população da cidade de São Luís.

**Palavras – chaves:** Abastecimento de água. Esgotamento sanitário. Saúde Pública. DRSAI. Geoprocessamento.

## ABSTRACT

CONCEIÇÃO, Andreia de Oliveira. **Análise da evolução dos indicadores de saneamento e sua relação com saúde pública:** Estudo de caso em São Luís - MA. Rio de Janeiro, 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

Orientadora: Monica Pertel.

Coorientadora: Márcia Gomide.

The deficiency of sanitation in Brazil represents impact in relation to health and the environment. In the city of São Luís, the offer of sanitation services does not meet the population according to the principle of equity. This situation favors the incidence of diseases inadequate related to environmental sanitation (DRESI). This study proposes to analyze the impact of the evolution of the provision of sanitation services, emphasizing on the water supply and sanitary sewage, and its implications on the public health of the population of the referred municipality. Through secondary data, it was made the evolution of water supply services and sanitary sewage and the incidence of diseases. The study counts on the support of Geoprocessing techniques, fundamental to realize the spatial distribution of these diseases and the sócio-environmental situation of the city and to enable a more detailed analysis of the issue. We used a correlation to intersection of data tabulated in the search to check the health of the population from the point of view of health. The results allowed us to identify the most critical points and in need of infrastructure. It was found that the majority of DRSAL occurs in areas where sanitation services are precarious. It was verified that approximately 1/4 of habitation use water without quality assurance for potable purposes. The sanitation solutions non-existent or inadequate represent half of the habitation. The services of water supply and sanitary sewage went through a little change along the period assessed. The correlation between the data of sanitation and health showed intensity from moderate to weak, but should not be discarded, as there is disagreement about some data, and lack information. It was concluded that the structure sanitary of the city needs vigorous action for better living conditions of the population the city of São Luís.

**Key words:** Water supply. Sanitary sewage. DRIES. Geoprocessing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Óbitos por DRSI nas regiões brasileiras.....	34
Figura 2 Mapa de Localização da área de estudo São Luís – MA.....	54
Figura 3 Sistema de abastecimento de água em São Luís.....	56
Figura 4 Sistema de produção de água em São Luís.....	57
Figura 5 Procedimentos metodológicos para realização do estudo.....	61
Figura 6 Evolução do tipo de abastecimento de água por domicílios em São Luís nos anos de 2000 e 2010.....	75
Figura 7 Percentual do tipo de abastecimento de água por domicílios.....	76
Figura 8 Evolução do tipo de esgotamento sanitário por domicílios em São Luís nos anos de 2000 e 2010.....	78
Figura 9 Percentual de tratamento e coleta dos esgotos em São Luís.....	79
Figura 10 Percentual dos domicílios quanto ao tipo de esgotamento sanitário.....	80
Figura 11 Percentual dos domicílios cuja renda é até um salário mínimo.....	83
Figura 12 Óbitos por DRSAI por 100.00 hab. no período de 2006 a 2014.....	85
Figura 13 Densidade dos casos por DRSAI em 2006 a 2014.....	89
Figura 14 Densidade dos casos de morbimortalidade por esquistossomose de 2006 a 2012.....	90
Figura 15 Casos de óbitos por DRSAI de 2006 a 2014.....	93
Figura 16 Casos de morbimortalidade de Esquistossomose de 2006 a 2014.....	95
Figura 17 Evolução dos casos de óbitos por Diarreia e Gastroenterite em São Luís-MA.....	97
Figura 18 Ligações ativas de água e esgoto de 2006 a 2015.....	100
Figura 19 Volume de água produzido e esgoto coletado de 2006 a 2015.....	101
Figura 20 Volume de água tratada em ETAs.....	102
Figura 21 Volume de água consumido e volume de esgoto tratado.....	104
Figura 22 Correlação DRSAI e Esquistossomose com IN020 - extensão de rede de água consumida.....	108
Figura 23 Correlação DRSAI e Esquistossomose com IN022-consumo per capita de água.....	109
Figura 24 Correlação DRSAI e esquistossomose com IN 055 índice de atendimento de esgoto.....	110
Figura 25(a) DRSAI e Informações sobre coliformes totais fora do padrão.....	112

Figura 25(b) Esquistossomose e Informações sobre coliformes totais fora do padrão.....	112
Figura 26 Diagrama de dispersão DRSAI com coleta de esgoto.....	115
Figura 27 Diagrama de dispersão DRSAI com índice de hidrometração.....	116
Figura 28 Diagrama de dispersão Esquistossomose e índice de tratamento de esgoto.....	117
Figura 29 Diagrama de dispersão Esquistossomose com atendimento total de água.....	119

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Evolução histórica dos aspectos de saúde pública e meio ambiente no setor de saneamento no Brasil. Fonte: (Adaptado) de (CAIRNCROSS, 1989; BRANCO, 1991; HELLER, 1997; BRASIL 2011). .....	30
Quadro 2: Classificação das DRSAI de acordo com mecanismo de transmissão. Fonte: Heller (1997) e Cairncross & Feachem (2005).....	34
Quadro 3: Investimentos em saneamento no Brasil segundo o destino para aplicação. Fonte: Adaptado de SNIS 2010 a 2015.....	46
Quadro 4: Investimentos em saneamento no Brasil segundo o destino da aplicação. Fonte: (Adaptado) de Snis 2010 a 2015.....	47
Quadro 5: Informações operacionais de água sobre quantidade de ligações, volume produzido, tratado e de consumo e uso pela população. Fonte: SNIS (2017). .....	69
Quadro 6: Informações operacionais de esgoto sobre quantidade de ligações, volume coletado, tratado e exportado e população atendida. Fonte: SNIS (2017). ..	69
Quadro 7: Cálculo de Indicadores Operacionais de água sobre ligações, rede de água, consumo, atendimento à população. Fonte: SNIS (2017).....	71
Quadro 8: Cálculo dos indicadores operacionais de esgoto sobre coleta, tratamento, atendimento urbano. Fonte: SNIS (2017).....	72
Quadro 9: Cálculo dos indicadores de qualidade para cloro residual, turbidez, coliformes totais. Fonte: SNIS (2017).....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Matriz de correlação entre os indicadores de água e esgoto com registros de DRSAl.....	107
Tabela 2 Matriz de correlação entre os indicadores de água e esgoto com registros de esquistossomose.....	107
Tabela 3 Regressão múltipla entre DRSAl e indicadores operacionais de Saneamento.....	114
Tabela 4 Regressão múltipla entre esquistossomose e indicadores operacionais de Saneamento.....	117

## Lista de Siglas

ALUMAR	Consórcio Alumínio do Maranhão S/A
BID	Banco Internacional de Desenvolvimento
BNH	Banco Nacional de Habitação
CAEMA	Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhã
CESB	Companhias Estaduais de Saneamento Básico
CGVAM	Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSV	Comma-Separated Values
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DRSAI	Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado
ETAs	Estações de Tratamento de Água
ETEs	Estações de Tratamento de Esgoto
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCID	Instituto da Cidade de São Luís
OGU	Orçamento Geral da União
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PASS	Programa de Ação Social em Saneamento
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
SAA	Sistemas de Abastecimento de Água
SAC	Sistemas e Soluções Alternativas Coletivas
SAI	Sistemas e Soluções Individuais
SEMA	Secretaria Especial de Meio Ambiente
SESP	Serviço Especial de Saúde Pública
SIA	Sistemas de Informações Ambulatoriais
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIH	Sistemas de Informações Hospitalares
SIM	Sistema de Informações sobre Mortalidade
SISAGUA	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SUS	Sistema único de Saúde
SVES	Superintendência de Vigilância Epidemiológica e Sanitária de São Luís
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
VIGIAGUA	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
2.1 GERAL .....	19
2.2 ESPECÍFICOS .....	19
<b>3. ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>20</b>
4.1 RELAÇÃO SAÚDE PÚBLICA MEIO AMBIENTE E SANEAMENTO: ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITOS.....	20
4.2 SANEAMENTO AMBIENTAL .....	26
4.2.1 Evolução histórica dos aspectos sanitários e saúde pública no Brasil. ....	29
4.2.2 As DRSAI e o Sujeito: O cenário brasileiro na atualidade. ....	32
4.2.3 Aspectos legais relativos aos serviços de saneamento: Água e Esgoto. ....	38
4.2.4 O Vigiagua.....	41
4.3 FINANCIAMENTOS NAS AÇÕES DE SANEAMENTO. ....	43
4.4 OS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES SOBRE DADOS DE SANEAMENTO E SAÚDE NO BRASIL. ....	48
4.5 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA COMO APOIO AOS ESTUDOS DE SANEAMENTO E SAÚDE. ....	51
4.6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	54
4.6.1 Sistema de abastecimento de água em São Luís .....	55
4.6.2 Sistema de Esgotamento sanitário.....	58
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	<b>61</b>
5.1 PANORAMA DO ESTUDO.....	61
5.2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO .....	61
5.3 COLETA DE DADOS .....	62
5.3.1 DATASUS .....	63
5.3.2 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE .....	63
5.3.3 Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS .....	65
5.3.4 Vigilância em saúde ambiental Municipal de São Luís – SVES. ....	66
5.4 TABULAÇÃO DOS DADOS. ....	67
5.5 PROCESSAMENTO DOS DADOS.....	68

5.5.1 Integração dos dados das bases SIM/DATASUS e SNIS sobre incidência das DRSAI e saneamento.....	68
5.5.2 Associação entre os indicadores operacionais do SNIS e indicadores de saúde. ....	69
5.5.3 Geoprocessamento. ....	73
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>75</b>
6.1 AVALIAÇÃO DA PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO COM INTER-RELAÇÃO AOS ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS. ....	75
6.2 OCORRÊNCIAS DE DRASI COM BASE NAS INFORMAÇÕES DO DATASUS E VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA DE SÃO LUÍS.....	85
6.3 AVALIAÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA DOS DADOS OPERACIONAIS DE SANEAMENTO. ....	99
6.3.1 Quantidade de ligações ativas de água micromedidas e ligações ativas de esgoto.....	99
6.3.2 Volume de água produzido e Volume de esgoto coletado. ....	101
6.3.3 Volume de água tratada em ETAs. ....	102
6.3.4 Volume de água consumido e volume de esgoto tratado.....	104
6.4 IDENTIFICAÇÃO DOS INDICADORES OPERACIONAIS DE SANEAMENTO E SAÚDE QUE REPRESENTAM AS CONDIÇÕES SANITÁRIAS EM SÃO LUÍS. ....	106
6.4.1 Correlação simples entre indicadores operacionais de água/esgoto e indicadores de saúde. ....	106
6.4.2 Indicadores Operacionais de Qualidade em saneamento básico e DRSAI e esquistossomose.....	111
6.4.3 Estudo da associação entre Serviços de saneamento básico água e esgoto com indicadores de saúde DRSAI e Esquistossomose.....	114
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>119</b>
<b>8 RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>121</b>
REFERÊNCIAS.....	123

## 1 INTRODUÇÃO

Para definir o termo “saúde” é importante pensar que esta resulta das relações entre variáveis ambientais, sociais e econômicas que exercem pressões nas condições de vida, principalmente no bem-estar. Dessa forma, Heller (1997) afirma que saúde é a consequência do equilíbrio existente entre indivíduo e meio ambiente. E, por conseguinte, tal equilíbrio é refletido na qualidade de vida de uma população que está diretamente relacionada às condições estruturais urbanas do ambiente.

Nos países desenvolvidos, a intensa industrialização associada à urbanização, implicou, ao longo do tempo em repercussões nas condições de vida e trabalho das pessoas. Dentre essas, destacam-se, a eficiência das ações de controle das doenças infecto parasitárias, o aumento da expectativa de vida e a eficiência de prestação dos serviços vinculados ao setor de saneamento. Tais mudanças, entretanto, iniciaram de forma mais tardia e complexa nos países de economia periférica, cujo processo de industrialização é recente (FUNASA, 2015).

Tal fato remete à problemática saúde e ambiente, que se caracteriza pela multidisciplinaridade de fatores que a compõe, a saber: estrutural, social, político, econômico e cultural (OPAS, 2015).

A redução das ocorrências das Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado-DRSAI depende do controle das condições de saneamento básico, com destaque para: qualidade da água de abastecimento, coleta e tratamento dos esgotos domiciliares, manejo adequado dos resíduos sólidos e da drenagem urbana. Essas ações ainda representam um grande desafio à saúde pública e ao setor de saneamento no Brasil, pois a prestação de tais serviços não alcançou a pretendida universalização, corroborando com o déficit na área do saneamento básico.

Verifica-se ainda que essa deficiência é heterogênea no país, o que permite a análise sob o ponto de vista socioespacial. De fato, algumas áreas apresentam condições sanitárias precárias, facilitando a ocorrência de DRSAI que, em alguns casos, pode levar o indivíduo ao óbito.

Um exemplo a citar é a capital maranhense, São Luís, onde a carência por serviços de saneamento é confirmada através dos índices de saneamento. O abastecimento de água na cidade não é integral, assim como os serviços de esgoto

como a coleta e o tratamento, sendo que este último serviço é deficitário em relação ao que se coleta e principalmente ao que se produz de esgoto.

Tendo em vista a situação sanitária descrita acima, Macedo (2012) enfatiza que o controle de vetores na cidade não ocorre de forma adequada possibilitando a ocorrência das DRSAI, como a gastroenterite e a esquistossomose. Tal situação implica em condição de vulnerabilidade, principalmente à população das áreas periféricas o que requer maior atenção.

Sendo assim, na busca de realizar uma análise acurada a fim de enfatizar a relação do saneamento básico na saúde pública de uma população, o uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG), através da ferramenta de geoprocessamento vem sendo utilizado como um recurso no monitoramento, planejamento e nas avaliações das ações de saúde.

De acordo com Pereira (2002) o estudo da variação espacial dos eventos produz um diagnóstico comparativo que pode ser utilizado para indicar os riscos aos qual a população está exposta; acompanhar a disseminação dos agravos à saúde; fornecer subsídios para explicações causais; definir prioridades de intervenção e avaliar o impacto das intervenções.

Nesse contexto, este estudo pretende avaliar a prestação dos serviços de saneamento e seus impactos na saúde pública da população do município de São Luís/MA. Tal avaliação deu-se com uso de dados secundários, analisando a evolução dos serviços de saneamento, focando no abastecimento de água e esgotamento sanitário, assim como, a evolução das ocorrências de DRSAI.

Além disso, realizou-se a distribuição espacial dos serviços de saneamento e das ocorrências das DRSAI. Tal espacialização, a partir do uso ferramenta SIG, é fundamental neste estudo para observar de forma pontual os eventos de saúde, a dinâmica espacial das doenças e também a abrangência dos serviços de saneamento com o intuito de avaliar os riscos à saúde coletiva, principalmente aqueles relacionados ao meio ambiente e ao perfil socioeconômico da população de São Luís.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

Analisar o impacto da evolução da prestação dos serviços de saneamento, com ênfase no abastecimento de água e esgotamento sanitário, e suas implicações na saúde pública no município de São Luís – MA.

### **2.2 ESPECÍFICOS**

- ✓ Analisar a evolução histórica dos serviços de saneamento com base nas informações do SNIS e IBGE;
- ✓ Analisar a evolução histórica da ocorrência de DRSAI com base nas informações do DATASUS e Vigilância Epidemiológica de São Luís;
- ✓ Analisar a relação entre dados operacionais de saneamento e saúde pública;
- ✓ Identificar os indicadores operacionais que melhor representam as condições sanitárias em São Luís.

## **3. ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

O presente estudo intitulado “Análise da evolução dos indicadores de saneamento e sua relação com saúde pública: Estudo de caso em São Luís-MA” está estruturado em oito itens, a saber: Introdução e Objetivos (apresentados nos parágrafos anteriores); a presente seção Estruturação da Dissertação; Referencial Teórico; Metodologia; Resultados e Discussões; Considerações Finais e, por fim, as Recomendações.

O referencial teórico apresenta-se dividido em itens primários e secundários e explora temas relacionados à saúde e saneamento em um contexto que parte do geral ao particular enfatizando Brasil e São Luís. Faz uma abordagem sobre a saúde pública, meio ambiente e saneamento. Ressalta o saneamento ambiental descrevendo as DRSAI e os aspectos legais quanto ao saneamento. Traça um histórico das principais ações de financiamento para o saneamento no país. Discorre sobre os sistemas de informações sobre saúde e saneamento, além do sistema de informação geográfico. E por fim a caracterização da área de estudo sob o ponto de vista sanitário.

Logo após, o capítulo 5 trata a metodologia e os procedimentos metodológicos que foram divididos em quatro etapas que detalham de forma minuciosa os caminhos percorridos para alcançar o desenvolvimento da pesquisa.

Posteriormente o capítulo 6 versa sobre as análises dos resultados encontrados que estão divididos em quatro seções secundárias que descrevem a situação do saneamento no município, a incidência das DRSAl e o panorama do saneamento e sua influência na saúde.

Por fim os capítulos finais fazem as considerações acerca do que foi analisado e em seguida as recomendações para estudos futuros.

## **4 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1 RELAÇÃO SAÚDE PÚBLICA MEIO AMBIENTE E SANEAMENTO: ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITOS.**

De forma abrangente saúde engloba o bem-estar físico, mental e social de uma população. Dessa forma, Brown *et al.*, (2016) destacam que na Resolução 64/292, aprovada no ano de 2010, a ONU reconheceu o direito à água potável e ao saneamento seguro e limpo como um direito humano que é essencial para o pleno gozo de uma vida saudável e de todos os direitos humanos.

Na antiguidade, alguns escritos já faziam menção à relação meio ambiente e saúde buscando compreender a influência e os efeitos desta relação na vida da população. Muitos sábios das antigas civilizações visualizaram esta questão. No desenvolvimento da civilização Greco – Romana são diversas as referências às práticas sanitárias e higiênicas existentes, além da construção do conhecimento relativo, ações de cuidado e prevenções de doenças. Autores como, (FUNASA 2004; HELLER 1997), apontam que a melhoria da qualidade da água já era praticada há mais de 4.000 anos e que alguns códigos religiosos e culturas antigas aconselhavam práticas higienistas.

O século XIX foi um período marcado por grandes estudos e descobertas em que a expansão do conhecimento significou uma fase vital para se pensar a necessidade de melhorias ambientais nos grandes centros urbanos do mundo desenvolvido. Entre as descobertas destacam-se os estudos de Henle (1841), que

formulou a teoria dos organismos microscópicos vivos como causadores de doenças infecciosas. Pasteur (1861) desenvolveu a Teoria dos Germes levando ao processo de pasteurização. Koch (1882) com a descoberta do bacilo da tuberculose, e os estudos de John Snow (1849) com o descobrimento da cólera e sua relação com a qualidade da água.

No tocante aos estudos relacionados à qualidade da água, o trabalho de John Snow se destaca por ser o pioneiro na descoberta sobre a cadeia de transmissão do vibrião da cólera.

De acordo com Cameron e Jones (1983), o estudo ocorreu na cidade de Londres quando John Snow teve a iniciativa de reunir, de forma cautelosa, dados sobre casos de cólera a partir do mapeamento das casas atingidas pela doença relacionando-as com pessoas que haviam ingerido água proveniente da bomba da localidade de *Broad Street*.

John Snow traçou as condições e hábitos de vida dessas pessoas; utilizou método estatístico descrevendo o comportamento da cólera por meio de dados de mortalidade, frequência e distribuição dos óbitos e doentes conforme os locais de ocorrência e provou como a água proveniente da bomba, que abastecia as residências da área do estudo, havia sido contaminada por fezes e poderia transmitir cólera, conforme Newson (2006).

Nesse contexto. Costa *et al.*, (1994) expõem suas ideias, em relação à preservação da saúde, a partir do olhar de John Snow “sobre o cotidiano; hábitos e modos de vida; os processos de trabalho e a natureza das políticas públicas”.

[...] Ainda que efetivamente Snow tenha descoberto que a água é o mecanismo de transmissão da cólera, não resta também dúvida de que sua obra não se restringe a esse fato. Pelo contrário, Snow busca precisar a rede de processos que determinam a distribuição da doença nas condições concretas de vida da cidade londrina. A leitura restrita sobre o trabalho de Snow fixa atenção nos achados a respeito dos mecanismos de transmissão em detrimento do significado do olhar do autor sobre o cotidiano, os hábitos e modo de vida, os processos de trabalho e a natureza das políticas públicas. É pensando a doença em todas as suas dimensões que o autor consegue integrar essas expressões do social em seu raciocínio sobre o processo de transmissão (COSTA *et al.*, 1994).

Tal ideia induz a repensar a problemática saúde e ambiente, que pode ser caracterizada pela multidisciplinaridade de fatores que a compõem em âmbito social, político, econômico, cultural. Além disso, a associação entre estes fatores é vista

como uma sinergia, o seja, dois fatores são responsáveis em aumentar o risco de doenças mais do que se fosse apenas um.

Segundo Ribeiro (2004) o início do século XX, mais precisamente as primeiras décadas, foram marcadas pelo controle de boa parte das doenças infecciosas e a queda da taxa de mortalidade nos países desenvolvidos. Tal momento foi propício devido ao acúmulo de renda gerado pela evolução industrial e tecnológica que acontecia naquele momento, o que permitiu investimentos públicos em políticas de saúde e na implantação de programas de saneamento básico que impulsionaram os avanços na saúde pública.

Mesmo diante destes avanços é importante esclarecer que ainda permaneceram, em todo o mundo, as desigualdades em serviços de saúde e de saneamento básico em diferentes níveis socioeconômicos, a saber, países não desenvolvidos que têm como característica marcante a desigualdade socioeconômica.

Sendo assim, a relação entre população e meio ambiente aparece como tema de discussões em importantes conferências. Tal relação ganhou ênfase na Primeira Conferência Internacional sobre a promoção da saúde, a partir da carta de Ottawa – Canadá (1986). A Conferência foi, antes de tudo, uma resposta às crescentes expectativas por uma nova saúde pública, movimento que já ocorria em todo o mundo naquela época e se estende, ainda, nos dias atuais. Nela foi definido como uma de suas linhas de ação a criação de ambientes favoráveis à saúde, os chamados ambientes saudáveis.

A partir desta conferência o termo “promoção da saúde” ganhou grande destaque com o discurso de envolver a comunidade no processo de melhoria da qualidade de vida. A ideia da promoção da saúde surge como um mecanismo de melhorar o que for necessário para chegar mais próximo ao bem-estar da população. Assim “promoção da saúde” é definida como:

Processo de capacitação da comunidade para atuar na melhoria de sua qualidade de vida e saúde, incluindo uma maior participação no controle deste processo. Para atingir um estado de completo bem-estar físico, mental e social os indivíduos e grupos devem saber identificar aspirações, satisfazer necessidades e modificar favoravelmente o meio ambiente. A saúde deve ser vista como um recurso para a vida, e não como objetivo de viver. Nesse sentido, a saúde é um conceito positivo, que enfatiza os recursos sociais e pessoais, bem como as capacidades físicas. Assim, a promoção da saúde não é responsabilidade exclusiva do setor saúde, e

vai para além de um estilo de vida saudável, na direção de um bem-estar global (OMS, 1991).

A definição remete que a conservação do meio ambiente é parte integrante no processo de bem-estar. Tal conservação passa a ser discutida com mais atenção em reuniões em prol do meio ambiente, debatendo os problemas causados a este e as possíveis soluções para sanar ou minimizar os impactos existentes.

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente humano ocorrida na cidade de Estocolmo, 1972, representa um marco importante na discussão dos problemas ambientais em âmbito internacional, pois focava na ameaça ao meio ambiente natural e tinha como objetivo chamar atenção do mundo para as mudanças que vinham ocorrendo, em especial, aos problemas presentes nos grandes centros urbanos como poluição do ar, dos rios - bacias hidrográficas impactadas e a poluição marinha, conforme Heller (1997).

Ainda Heller (1997), destaca que posterior a esta conferência ocorreu a Década Internacional do Abastecimento de água e do Esgotamento sanitário em 1981–1990, declarada pela Organização das Nações Unidas como período que se construiu uma compreensão mais aprofundada da relação entre condições sanitárias e saúde.

Tal momento propiciou o desenvolvimento de estudos mais detalhados, buscando formular com um pouco mais de rigor aos mecanismos responsáveis pelo comprometimento das condições de saúde da população na ausência de condições adequadas de saneamento.

Vale ressaltar que a década Internacional teve como foco o abastecimento de água e esgotamento sanitário, tema em destaque na grande maioria dos estudos naquela época, deixando em segundo plano as questões voltadas para drenagem, limpeza urbana e controle de vetores.

Outro evento de grande relevância corresponde à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada na cidade do Rio de Janeiro, intitulada de Rio 92, que discutiu as conclusões e propostas do relatório *Our Common Future* (Nosso futuro comum), elaborada pela comissão *Brundtland*, em 1987, que expunha os princípios do desenvolvimento sustentável. Neste momento ocorreu a criação da Agenda 21 que lista uma série de atividades que deveriam ser

seguidas para dar condições à instauração das práticas relacionadas ao desenvolvimento sustentável em todo mundo.

Como pontos importantes estabelecidos na agenda 21, vale enfatizar os capítulos 6, 18 e 21, que apresentam tópicos pertinentes a discussão em questão. O capítulo 6 trata da proteção e promoção das condições de saúde humana, ganhando repercussão quanto à redução dos riscos para saúde consequência da poluição e dos perigos ambientais. Já os dois últimos capítulos, 18 e 21, são referentes à proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos, manejo adequado de resíduos sólidos e a questão dos esgotos. Isso representa uma abordagem sobre saneamento como uma ferramenta essencial para subsidiar as ações realizadas no âmbito da saúde, como destacado por Neri (2004).

As grandes medidas preventivas como drenagem, limpeza das ruas e das casas, através de suprimento d'água, de melhores sistemas de esgotos e, em especial, a introdução de modos mais baratos e mais eficientes de remover da cidade todos os refugos nocivos, são operações para as quais devemos buscar ajuda na ciência da engenharia e não somente no médico (NERI, 2004).

Esta ideia vem ratificar a associação entre saneamento e saúde e sua importância para promoção do bem-estar da sociedade que desde os tempos antigos já buscava embasamento. Segundo Souza (2007) esta relação destaca-se na literatura a partir de dois grupos, o primeiro associado às ideias de prevenção de doença e o segundo que tem maior conexão com a promoção da saúde.

O saneamento como promoção de saúde abrange a implantação de uma estrutura física com impacto positivo na sociedade em si. A estrutura física corresponde aos sistemas de abastecimento de água, tratamento dos esgotos, adequada manipulação dos resíduos sólidos, drenagem. Souza (2007) afirma que para alcançar o objetivo do que o caracteriza uma intervenção no meio físico deve-se incluir um conjunto de ações de educação para os usuários desses sistemas; um conjunto de políticas que estabeleçam direitos e deveres dos usuários e dos prestadores, assim como articulações setoriais; uma estrutura institucional capaz de gerenciar o setor de forma integrada aos outros setores ligados à saúde e ao ambiente.

Os projetos atuais apresentam características de cunho ambiental que têm a intenção de promover a saúde do homem e ao mesmo tempo a conservação do meio físico e biótico, como esclarecido pelos autores a seguir.

(...) a avaliação ambiental dos efeitos dos sistemas de saneamento nas cidades consolidou-se como uma etapa importante no processo de planejamento, no que se refere à formulação e seleção de alternativas e à elaboração e detalhamento dos projetos selecionados (SOARES; BERNARDES; CORDEIRO NETTO, 2002).

Esse planejamento ocorre em espaço multidimensional e dinâmico, onde diversos atores sociais interagem – dentro de suas particularidades – em torno de uma intervenção, também multidimensional, que envolve ações políticas, de engenharia, gerenciais e educacionais que, portanto, atua sobre os fatores biológicos, químicos e físicos desse espaço e também sobre as outras dimensões ambientais, conforme afirma Souza (2007).

Alguns autores explanam sobre a complexidade da relação saúde e ambiente apontando uma multidisciplinaridade entre os termos, o que exige uma análise enquadrando nessa discussão o papel do saneamento.

O campo do conhecimento no qual se situa a questão das relações saúde/ambiente, que se denomina de produção, ambiente e saúde são multidisciplinares, necessariamente, e comporta uma série de abordagens e articulações interdisciplinares e transdisciplinares. Nesse sentido, convém explicitar alguns conceitos e noções que orientam esse campo. Compreendemos que o ambiente é produzido por processos ecológicos conduzidos pela sociedade por meio de tecnologias e técnicas com as quais os humanos interagem com a natureza. São esses ambientes que podem configurar situações de risco para saúde e qualidade de vida dos humanos TAMBELLINI<sup>1</sup> (1996 apud CÂMARA, 2002).

Nesse contexto a relação saúde e ambiente pode ser pensada na perspectiva da saúde ambiental, sendo refletida e estudada de forma mais específica. Corvalán (2004) define saúde ambiental como sendo os aspectos da saúde humana e das enfermidades que são determinadas por fatores ambientais. Além disso, refere-se à teoria e prática de avaliar e controlar os fatores do meio ambiente que podem afetar a saúde humana.

De acordo com FUNASA (2004) através da Organização Mundial de Saúde OMS - saúde ambiental é parte da saúde pública que se ocupa de formas de vida, das substâncias e das condições ao redor do homem que de certa forma podem desempenhar alguma influência sobre a saúde e o bem-estar, o que implica em

---

<sup>1</sup> Tambellini, A.T. 1996. Notas provisórias sobre uma tentativa de pensar a saúde em suas relações com o ambiente. Por uma Rede de Trabalho, Saúde e Modos de Vida no Brasil Rio de Janeiro, Fiocruz 2 (1-2):12-16.

melhores condições sanitárias e uma maior conservação do ambiente no sentido de promover a saúde das populações.

Dessa forma, os maiores problemas sanitários que afetam a população mundial têm profunda relação com o meio ambiente, um exemplo disso são as Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), tema de diversas pesquisas que visam, principalmente, avaliar a relação saúde e saneamento. Considera-se que vários são os fatores que contribuem para incidências destas doenças, entretanto, as condições do meio ambiente e as condições sociais associadas ao saneamento são entendidas como uma das mais evidentes e importantes variáveis para realização de análises.

Fazendo uma alusão ao saneamento, a Organização Mundial de Saúde – OMS (2013) revela um conceito clássico em que o saneamento está relacionado ao controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem-estar físico, mental ou social. Neste sentido é evidente, a associação do saneamento tomando uma abordagem mais ambiental, quando se destaca o campo do controle dos fatores do meio físico e fazendo uma interligação no que diz respeito à prevenção da saúde.

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

## 4.2 SANEAMENTO AMBIENTAL

Para o Ministério da Saúde, através de Brasil (2004) saneamento ambiental é definido como um conjunto de ações que visam proporcionar níveis crescentes de salubridade ambiental em determinado espaço geográfico, em benefício da população que habita tal espaço. Essas ações quando aplicadas de forma

adequada, podem promover uma série de efeitos positivos sobre o bem-estar da população. Porém, mais do que isto, e em consequência dos diferentes efeitos que proporciona, o saneamento ambiental adequado é considerado parte constituinte do modo moderno de viver e um dos direitos fundamentais dos cidadãos das sociedades contemporânea.

Sendo assim, saneamento ambiental parte de uma perspectiva macro. Segundo Kronemberger (2011) abrange aspectos que vão além do saneamento básico, englobando não só o abastecimento de água potável, a coleta, o tratamento e a disposição final dos esgotos e dos resíduos sólidos e a drenagem urbana, mas também o controle ambiental de vetores e reservatórios de doenças, a disciplina da ocupação e de uso da terra e obras especializadas para proteção e melhoria das condições de vida.

Articulada a esta ideia, autores como Souza e Freitas (2008) adotam o termo saneamento ambiental preventivista, entendido como uma intervenção de engenharia, positiva para saúde no ambiente, no sentido de colaborar na promoção da saúde através da erradicação de doenças relacionadas ao saneamento, ou seja, salubridade ambiental. Além disso, o saneamento preventivista visa controlar fatores químicos e físicos que possam comprometer esse ambiente.

Os autores ainda ressaltam que, sob a ótica preventivista, as intervenções ambientais são designadas à engenharia, por deter conhecimento técnico específico capaz de implantar os sistemas responsáveis em manter limpo e salubre o ambiente, afastando a doença dos indivíduos e conseqüentemente, melhorando a desempenho dos indicadores epidemiológicos e ambientais na localidade alvo.

Nesse contexto observa-se que o saneamento ambiental contribui para determinação de intervenções ambientais necessárias para sanar os efeitos nocivos ao ambiente e conseqüentemente à saúde. As intervenções ocorrem de forma direcionada a partir de projetos de saneamento com a implantação de sistemas de engenharia que funcionem e alcance a população como um todo.

Vale ressaltar que projetos de saneamento podem refletir de forma positiva para melhorar a situação sanitária, principalmente nos países não desenvolvidos, que sofrem com diversos problemas ambientais, entre eles a incidência de doenças infecciosas no quesito morbidade e mortalidade.

Segundo a OMS (2010), pela primeira vez na história, mais de 50% da população mundial vive em áreas urbanas. Em uma projeção para o ano de 2050, acredita-se que 70% da população mundial irão viver em povoados e cidades.

De acordo com a organização essa projeção foi estabelecida por conta da rapidez a qual o mundo se urbaniza provocando mudanças no estilo de vida das pessoas, todavia enfatiza que, embora a vida nas cidades ofereça boas oportunidades, como no setor de saúde, os entornos urbanos podem concentrar riscos sanitários possibilitando situação de perigo às pessoas.

Vale ressaltar que as cidades, quando mal planejadas ou com ausência de planejamento, caracterizam-se por enormes desigualdades, como as que se apresentam nas periferias das cidades, onde geralmente os serviços básicos são precários favorecendo a existência de conexões clandestinas nos sistemas de águas pluviais resultando em drásticas consequências para população.

De acordo com Oliveira (2012) a urbanização, nas primeiras décadas do século XXI, tem se caracterizado como um grande desafio à saúde pública. Se, por um lado, a urbanização representa um complexo desafio - especialmente em lugares onde a urbanização está superando o desenvolvimento de infraestrutura, de serviços, e de outros recursos necessários para atender às necessidades dos moradores – por outro lado, oferece uma grande oportunidade para melhorar a saúde das pessoas.

Portanto, planejamento urbano oferece a possibilidade da criação de cidades equitativas e mais saudáveis e pode e deve desempenhar um papel fundamental na tomada de decisão visando ao impacto positivo da urbanização sobre a saúde da população.

Diante das afirmativas aqui citadas, cabe destacar a visão da OMS (2010) ao defender a importância das medidas de saneamento ambiental quando define que a água e a saúde das populações são elementos que devem ser analisados e tratados de forma unitária, ou seja, sem que haja análise individual. Ratifica que a distribuição de água de qualidade, que atenda aos padrões de potabilidade, é indispensável para que haja qualidade de vida.

Há de considerar que a distribuição da água é essencial para garantir o mínimo de bem-estar a um indivíduo. Brown *et al.*, (2016) discutem se a água, como substância, é considerada um bem público ou privado, uma vez que foi qualificada

de diversas formas ao longo dos anos. Os autores revelam que algumas partes atribuem o valor econômico a água potável, pois relacionam aspectos essenciais, a saber, tratamento, fornecimento do serviço para que cheguem às residências.

Os autores também destacam que a questão da água como um bem público tem ganhado força em movimentos espalhados pelo mundo. Estes movimentos se dedicam a aspectos ligados aos serviços de saneamento em geral, propagando o discurso do bem público como um caminho para se alcançar o direito humano ao saneamento.

#### **4.2.1 Evolução histórica dos aspectos sanitários e saúde pública no Brasil.**

No Brasil, a relação saneamento e saúde apresentou durante certo tempo uma perspectiva fortemente higienista, pois prevalecia a ideia de que o saneamento é uma ação de saúde pública. Não havia um acordo na comunidade científica sobre os impactos da implementação dos sistemas de água e esgoto. Com o passar dos anos, introduziu-se novas questões quando da implementação dos sistemas de saneamento, tanto com relação aos seus efeitos positivos e negativos. (CAIRNCROSS, 1989; HELLER, 1997; SOARES, BERNARDES E CORDEIRO NETTO 2002).

De acordo com Tanigushi (2013) o paradigma higienista no Brasil deixou uma marca profunda que não foi superada pelo sanitarismo e que, por mais arcaica e contrária às determinações atuais de visão sistêmica que seja ainda hoje sobressai em uma parcela considerável das políticas públicas a nível local, visando apenas, o “afastamento” da poluição dos locais onde são gerados e deixando em último plano a adoção de medidas que vá, de fato, solucionar o problema.

Os primeiros estudos científicos realizados no país foram elaborados por médicos sanitaristas e epidemiologistas que relacionaram a ocorrência de doença e o meio ambiente. Tais estudos se resumiam a indicar áreas de distribuição de patologias transmitidas por vetores, a saber: malária, esquistossomose, doença de chagas, filariose, leishmaniose, hanseníase, parasitoses intestinais e diversos tipos de viroses, conforme afirmam Perekouski e Benaduce (2007).

No Quadro 1 é apresentado um panorama da evolução histórica dos aspectos de saúde pública e meio ambiente no setor do saneamento, assim como as ideias

que regem essa relação. A evolução inicia-se no século XIX prosseguindo até o momento atual.

PERÍODO	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
Meados do sec. XIX até início sec. XX.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estruturação das ações de saneamento sob o paradigma do higienismo, isto é, como uma ação de saúde, contribuindo para a redução da morbimortalidade por doenças infecciosas, parasitárias e até mesmo não infecciosas.</li> <li>Organização dos sistemas de saneamento como resposta a situações epidêmicas, mesmo antes da identificação dos agentes causadores das doenças.</li> </ul>
Início do sec. XX até a década de 30.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intensa agitação política em torno da questão sanitária, com a saúde ocupando lugar central na agenda pública: saúde pública em bases científicas modernas a partir das pesquisas de Oswaldo Cruz..</li> <li>Incremento do número de cidades com abastecimento de água e da mudança na orientação do uso da tecnologia em sistemas de esgotos, com a opção pelo sistema separador absoluto, em um processo marcado pelo trabalho de Saturnino de Brito, que defendia planos estreitamente relacionados com as exigências sanitárias (visão higienista).</li> </ul>
Década de 30 a 40.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração do Código das Águas (1934), que representou o primeiro instrumento de controle do uso de recursos hídricos no Brasil, estabelecendo o abastecimento público como prioritário.</li> <li>Coordenação das ações de saneamento (sem prioridade) e assistência médica (predominante) essencialmente pelo setor de saúde.</li> </ul>
Década de 50 a 60.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Surgimento de iniciativas para estabelecer as primeiras classificações e os primeiros parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos definidores da qualidade das águas, por meio de legislações estaduais e em âmbito federal.</li> <li>Permanência da dificuldade em relacionar os benefícios do saneamento com a saúde, restando dúvidas inclusive quanto à sua existência efetiva.</li> </ul>
Década de 70.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Predomínio da visão de que avanços nas áreas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos em desenvolvimento resultariam na redução das taxas de mortalidade, embora ausentes dos programas de atenção primária à saúde.</li> <li>Consolidação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), com ênfase no incremento dos índices de atendimento por sistemas de abastecimento de água.</li> <li>Inserção da preocupação ambiental na agenda política brasileira, com a consolidação dos conceitos de ecologia e meio ambiente.</li> </ul>
Década de 80.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formulação mais rigorosa dos mecanismos responsáveis pelo comprometimento das condições de saúde da população, na ausência de condições adequadas de saneamento (água e esgotos).</li> <li>Instauração de uma série de instrumentos legais de âmbito nacional definidores de políticas e ações do governo brasileiro, como a Política Nacional do Meio Ambiente (1981).</li> <li>Revisão técnica das legislações pertinentes aos padrões de qualidade das águas.</li> </ul>
Década de 90 até início do séc. XXI.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ênfase no conceito de desenvolvimento sustentável e de preservação e conservação do meio ambiente e particularmente dos recursos hídricos, refletindo diretamente no planejamento das ações de saneamento.</li> <li>Instituição da Política e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97).</li> <li>Incremento da avaliação dos efeitos e consequências de atividades de saneamento que importem impacto ao meio ambiente.</li> <li>Revisão da portaria de potabilidade da água sendo atual a 2914/11 que estabelece as responsabilidades por parte de quem produz a água. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.</li> </ul>

**Quadro 1:** Evolução histórica dos aspectos de saúde pública e meio ambiente no setor de saneamento no Brasil. Fonte: (Adaptado) de (CAIRNCROSS, 1989; BRANCO, 1991; HELLER, 1997; BRASIL 2011).

De acordo com o Quadro 1, os problemas relacionados ao meio ambiente foram tratados no Brasil da mesma forma como no resto do mundo. A partir da década de 1970, os problemas ambientais e sua vinculação com saúde ganharam mais atenção sendo marcado pela criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA) em âmbito federal e em seguida são estabelecidos os padrões de qualidade do ar e das águas.

Na década de 1980 é criada a Política Nacional de Meio Ambiente. Em 1990 o conceito de desenvolvimento sustentável passa a ser mais trabalhado, além de ocorrer uma nova revisão quanto à portaria que estabelece padrões para potabilidade da água.

Outro fato importante, que não está presente no Quadro 1, mas requer destaque é a constituição de 1988 que em seus artigos 196 e 225, respectivamente, define saúde “como direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas visando à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção e recuperação”; em que “todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado essencial à qualidade de vida”.

Sendo assim, embora saúde e higiene tenham sido motivos de preocupação em políticas urbanas na América Latina desde meados do século XIX, somente nos últimos anos o acesso aos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário passou a ser considerado como tema ambiental, inclusive no Brasil.

Deve-se considerar que a universalização da rede de abastecimento de água, coleta de esgoto e de manejo de resíduos sólidos que constitui parâmetro mundial de qualidade de vida já foi alcançado em grande parte dos países mais desenvolvidos. Todavia, no Brasil a desigualdade verificada no acesso da população aos serviços de saneamento ainda constitui o grande desafio posto ao Estado e à sociedade em geral nos dias atuais.

Articulando esta discussão a uma perspectiva social, observa-se que as lacunas existentes no contexto sanitário revelam desafios que o país precisa superar em prol de uma melhor qualidade de vida dos cidadãos. De acordo com Juliano *et al.*, (2016) diversos dados do IBGE e IPEA indicam que a taxa de cobertura de abastecimento de água está alcançando os 100%, principalmente no eixo sul-

sudeste, todavia, pesquisas de campo apontam que o abastecimento de assentamentos nessas regiões ainda é clandestino.

O Censo de 2010 revelou que dos 317.000 setores censitários avaliados, 15.868 foram identificados como aglomerados subnormais<sup>2</sup>, ou seja, 5%. As regiões Sudeste e Centro-Oeste apresentam o maior número de domicílios em aglomerados subnormais, a saber, 49% e 28% respectivamente.

A maior parte dos aglomerados subnormais identificados se concentrava em municípios referentes às regiões metropolitanas. Nesse caso 77,1% dos domicílios em aglomerados subnormais se encontravam em municípios com mais de 2 milhões de habitantes e 59,3% da população residente em aglomerados subnormais, equivalente a 6.780.071 pessoas, estão concentrados nas regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, de Belém, de Salvador e de Recife.

Vale ressaltar que os locais mais procurados para o estabelecimento destes aglomerados subnormais são margens de córregos, rios ou lagos/lagoas, segundo IBGE (2010), ou seja, locais desprovidos de qualquer infraestrutura para um cidadão viver com o mínimo de dignidade e com impacto direto de poluição ao meio ambiente.

#### **4.2.2 As DRSAI e o Sujeito: O cenário brasileiro na atualidade.**

As doenças infecciosas e parasitárias como diarreias, dengue, gastroenterite, esquistossomose, leptospirose entre outras, presentes na realidade de vários indivíduos, sobretudo os dos países não desenvolvidos, ainda são um problema para estes indivíduos que convivem em condições insalubres.

A falta de saneamento ou um saneamento básico precário possibilita que os esgotos e os excrementos humanos sejam uma das principais causas da deterioração da qualidade das águas, implicando na contaminação e proliferação por agentes etiológicos. Situação que representa riscos à saúde da população que, de acordo com a OMS, está muito associado à pobreza, afeta mais a população de baixa renda, em conjunto com outros riscos, como a subnutrição e a higiene inadequada.

---

<sup>2</sup> Nomenclatura que engloba os diversos tipos de assentamentos irregulares existentes no país, como favelas, invasões, grotas, baixadas, comunidades, vilas, ressacas, mocambos, palafitas, entre outros (IBGE, 2010)

Na década de 1970, realizaram-se estudos que permitissem a classificação das DRSAI quanto à relação com a água ou excretas. Tais estudos foram motivados, pois muitas destas doenças estão relacionadas com ambos os elementos e isso favorece a implementação integrada e a correta manutenção e operação de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

A classificação destas doenças teve um enfoque voltado para a engenharia contemplando a via de transmissão e ciclo destas doenças e até mesmo uma classificação unitária. Heller (1997) afirma que estes estudos surgiram na perspectiva de lançar estratégias adequadas visando o controle das DRSAI e sua relação com o meio ambiente identificando se a transmissão está ligada ao saneamento, ou com a falta de infraestrutura adequada.

Isso corrobora a necessidade de diferenciar as doenças infecciosas veiculadas pela água daquelas relacionadas com algumas propriedades químicas presentes na água. Assim, os fatores de riscos para a saúde relacionados com a água podem ser distribuídos em duas categorias, conforme Cairncross e Feachem (2005):

(1) Fatores de riscos relacionados com a ingestão de água contaminada por agentes biológicos (bactérias, vírus e parasitos), através de contato direto, ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico; (2) Fatores de riscos derivados de poluentes químicos e radioativos, geralmente efluentes de esgotos industriais, ou causados por acidentes ambientais.

No que se refere aos fatores de risco por agentes biológicos, as DRSAI são classificadas a partir de um contexto ambiental, sendo apresentadas em quatro grupos de acordo com os mecanismos de transmissão. Esta classificação é uma proposta sugerida pelos autores Cairncross e Feachem (2005) que além de analisarem a transmissão, contemplam também o ciclo biológico e as estratégias de controle ambiental dessas infecções.

As quatro categorias de transmissão descritas no Quadro 2 são as: Feco oral (o patógeno está na água e é ingerido); Relacionadas com a higiene (pode ser interrompida pela implantação de higiene pessoal e doméstica); Baseada na água (quando o patógeno desenvolve seu ciclo vital em um animal aquático); Através do inseto vetor (o inseto transmissor se procria na água ou cuja picadura ocorre próximo a uma coleção hídrica). Heller (1997) afirma que estas doenças são

passíveis de controle ou até mesmo suprimidas com um eficiente sistema de abastecimento de água.

CATEGORIA	INFECÇÃO
<b>1. Feco-Oral = Ingestão de água e ou contato com a água.</b>	Diarreias e disenterias: -Disenteria amebiana, Enterite campylobacteriana. -Cólera. -Diarreia por <i>Escherichia coli</i> – Giardíase. -Diarreia por rotavírus - Salmonelose -Febres entéricas: Febre tifoide e Febre paratifoide -Poliomielite, Hepatite A e Leptospirose
<b>2. Relacionadas com a higiene.</b> a) Infecções da pele e dos olhos b) Outras	-Doenças infecciosas da pele e dos olhos -Tifo transmitido por pulgas -Febre recorrente transmitida por pulgas
<b>3. Baseada na água.</b> a) Por penetração na pele b) Por ingestão	-Esquistossomose -Difilobotríase e outras infecções por helmintos
<b>4. Transmissão por inseto vetor.</b> a) Picadura próxima à água b) Procriam na água	-Doença do sono -Filariose -Malária -Arboviroses -Febre amarela -Dengue -Leishmaniose

**Quadro 2:** Classificação das DRSAs de acordo com mecanismo de transmissão.

Fonte: Heller (1997) e Cairncross & Feachem (2005).

Ao que se reporta ao modo de transmissão Feco-oral, entende-se que a poluição fecal nas águas põe em risco a saúde pública pela possibilidade de possuir microrganismos patogênicos intestinais, entre eles, vírus, protozoários, ovos de helmintos ou bactérias, geralmente oriundos das excretas de seres humanos ou animais, que quando despejados nas fontes hídricas tornam-se imprópria para consumo principalmente se não houver tratamento adequado.

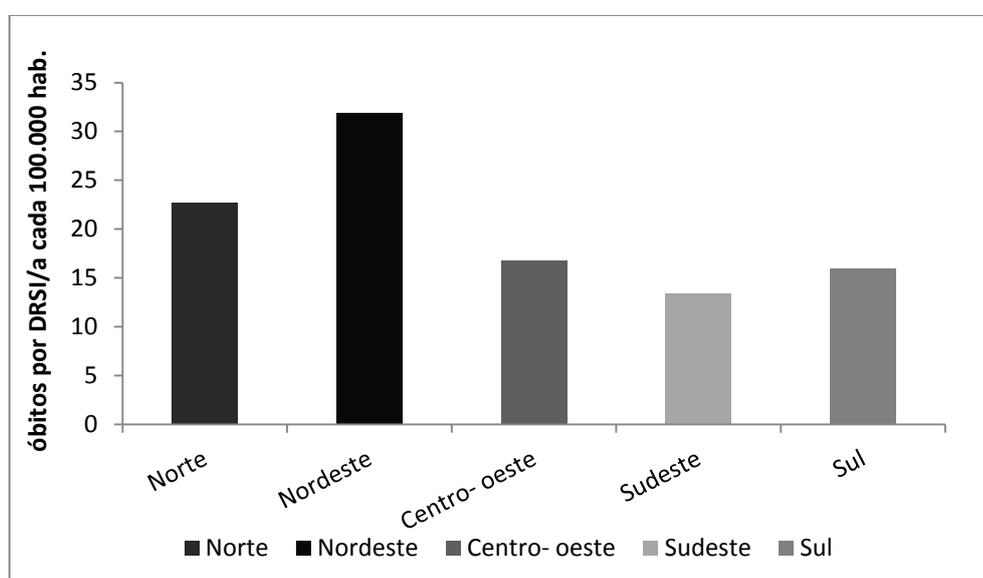
De acordo com Nascimento *et al.*, (2006) as bactérias do grupo coliforme constituem o indicador de contaminação mais utilizado em todo mundo, este leva em consideração o parâmetro bacteriológico básico na definição de padrões para monitoramento da qualidade das águas destinadas ao consumo humano, assim como para avaliação e caracterização da qualidade das águas em geral.

No contexto da esquistossomose a dinâmica da transmissão envolve dois hospedeiros e inicia quando o homem (hospedeiro definitivo) infectado elimina os ovos do parasito, *Schistosoma mansoni*, pelas fezes e estes em contato com a água

em condições físico-químicas, eclodem liberando uma forma intermediária infectante, denominada miracídio. Este organismo móvel pode penetrar no caramujo de água doce (hospedeiro intermediário) para continuar sua evolução (GUIMARÃES *et al.*, 2013).

Sendo assim, estes organismos patogênicos estão entre os principais agentes de infecção hospitalar em todo mundo, o que afeta o cotidiano dos seres humanos, levando em consideração, que os mesmos podem acometer numerosos casos de enterites, diarreias em crianças e adultos e doenças epidêmicas (como a cólera e a febre tifoide), que podem resultar em casos letais o que exige um rigoroso controle de qualidade.

No Brasil um percentual dos indivíduos ainda sofre com enfermidades relacionadas à carência de serviços de saneamento, com destaque para os casos de diarreia e gastroenterite. A Figura 1 exibe a relação de óbitos por DRSAI nas regiões do Brasil para cada 100.000 hab.



**Figura 1** : Óbitos por DRSAI nas regiões brasileiras. Fonte: Adaptado de SIM/DATASUS 2016.

De acordo com os resultados da Figura 1, as regiões Norte e Nordeste registraram a maior quantidade de casos de DRSAI. A primeira que responde por apenas 8% da população do país, ou seja, apresenta baixa densidade demográfica é a segunda região com maior número de casos de DRSAI, cerca de 22,7 óbitos a cada 100.000 hab., o que possivelmente é fruto da ausência dos serviços de

saneamento ou ineficiência destes, além de envolver também a questão social, considerada um fator de grande relevância.

Já a região Nordeste aparece com a maior quantidade de registros 31,89 casos de DRSAL a cada 100.000 hab., com uma população 3 vezes superior à população da região norte. Vale considerar que as duas regiões convivem com sérios problemas de saneamento, onde a infraestrutura presente possibilita que estas tenham os piores índices sociais do Brasil, sendo então grandes as chances destes casos estarem relacionados aos aspectos sanitários de cada cidade.

Quanto às demais regiões expressas na Figura 1 observou-se que o número de registros apresentou valores de casos bastante próximos, sendo o Centro–Oeste com 16,81; Sudeste 13,40 e Sul 15,91 casos para cada 100.000 habitantes. Destas a região Sudeste é a mais populosa, seguida das regiões Sul e Centro–Oeste, o que conduz ao entendimento de que a ineficácia dos serviços de saneamento é intrínseca em todo país, inclusive nos grandes centros urbanos.

Tecendo um paralelo entre o cenário do saneamento no país e a incidência das DRSAL, pode-se afirmar que o índice de atendimento total com rede de abastecimento de água foi de 83,3% no ano de 2015, comparado ao ano anterior representa um aumento de 0,3%. Já o índice de atendimento total com rede de esgoto foi igual a 50,3% representando um crescimento de 0,4% em relação ao ano de 2014, conforme informações reveladas por SNIS (2017).

No tocante ao índice de tratamento de esgotos, que toma como base o volume de água consumido no ano de 2015, 42,7% dos esgotos gerados passou por tratamento, esse percentual aumentou 1,9% em relação ao ano de 2014. Quanto ao esgoto coletado o índice de tratamento foi de 74% representando crescimento de 3,1% comparado ao ano anterior de acordo com SNIS (2017).

Em uma análise mais detalhada observa-se que na região Norte existe o menor índice com rede abastecimento com 57%, seguida pela região Nordeste, com 74%. Nas regiões Sul e Sudeste os percentuais são mais elevados, em torno de 89 e 91%, respectivamente, e Centro–oeste com 89% (SNIS, 2017). Tais informações ratificam os resultados apresentados acima, já que boa parte das DRSAL é fruto da qualidade da água.

A realidade regional do esgotamento sanitário não é muito diferente e a problemática tem maior gravidade, uma vez que as regiões Norte e Nordeste

continuam apresentando os menores percentuais de índice de atendimento com rede coletora, com 9% e 25% respectivamente, a região Centro–Oeste com 49%, enquanto o Sul com 41% e o Sudeste com 77% (SNIS, 2017).

Diante dos dados expostos considera-se que nos dias atuais a região Norte ainda apresenta a pior situação de saneamento do país e isso conseqüentemente faz com que as populações desta região estejam em condições de vulnerabilidade. De acordo com SNIS (2017) somente 16% do esgoto gerado recebe tratamento. Atrelada a esta realidade não é prudente deixar de citar as populações residentes nas áreas pobres, sendo estas as maiores prejudicadas, já que são as que mais sofrem com a falta de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Uma realidade não muito diferente se encontra na região Nordeste onde apenas 32% do esgoto gerado são encaminhados ao processo de tratamento, o que demonstra, mais uma vez, situação de carência no que condiz a estes serviços e que porventura implica de forma negativa no bem-estar do cidadão.

Prado e Miagostovich (2014) ressaltam que a ineficácia dos serviços de esgotamento contribui para agravar os níveis de degradação dos ecossistemas aquáticos e conseqüentemente a disseminação viral no ambiente, haja vista que vírus entéricos<sup>3</sup> representam riscos potenciais à saúde da população.

Nas demais regiões do país a média do índice de tratamento do esgoto gerado está na faixa de 46%, o que representa um percentual médio, onde na região Sul o percentual é de 41%, Sudeste 47% e Centro-Oeste 50% de esgoto tratado (SNIS, 2017).

Ao realizar um estudo ecológico Brevidelle e Freitas (2012) identificaram que na maioria dos estados das regiões Sul e Sudeste estão presentes os melhores indicadores de saneamento com os mais altos índices de cobertura por rede de abastecimento de água e esgoto. Estas mesmas regiões também dispõem de bons indicadores de saúde, ou seja, altos níveis de desenvolvimento em saúde. Enquanto isso, boa parte dos estados da região Norte, Nordeste e Centro–Oeste apresentam graves deficiências no saneamento, sendo esta situação refletida na saúde. Tais

---

<sup>3</sup> Os vírus entéricos são conhecidos por causarem um grande número de doenças, veiculadas principalmente pela ingestão de água e alimentos contaminados. Dentre essas doenças destacam-se surtos de gastroenterites, otites, doenças do trato respiratório, meningites virais, hepatites entre outras. (GRIFFIN et al. 2003).

observações reforçam as desigualdades regionais em nosso país, nesse caso no setor de saneamento e saúde.

Nugem (2015) afirma que a taxa de internações por DRSAI vem se reduzindo no país, o que pode ser explicado por conta da melhoria nos serviços de saneamento inclusive na ampliação do acesso ao mesmo. Todavia internações por DRSAI ainda são elevadas, sobretudo em alguns estados das regiões Norte e Nordeste onde um número expressivo de pessoas morre de diarreia.

Vale ressaltar que o contingente populacional das regiões deve ser levado em consideração, principalmente quando se trata de grandes cidades com uma parcela significativa de áreas ocupadas de forma desordenada, ou também de pequenas cidades e áreas rurais desprovida de investimentos no setor de saneamento.

#### **4.2.3 Aspectos legais relativos aos serviços de saneamento: Água e Esgoto.**

Quanto ao dispositivo que trata sobre o saneamento básico no Brasil destaca-se a lei presente no decreto nº 7.217/2010 que regulamenta a lei nº 11.445/2007 estabelecendo as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para política federal de saneamento. O estabelecimento desta lei inaugura uma nova fase na gestão dos serviços públicos de saneamento no país. Essa política de saneamento é de responsabilidade federal, estadual e municipal.

Os aspectos ambientais, que complementam a lei nº 11.445/2007, são tratados pelas resoluções elaboradas no âmbito das agências de regulamentação, tais como a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente Conama 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como a Resolução Conama 430/2011 que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

A legislação surge como um novo ciclo e desafios ao setor exigindo esforços conjuntos entre as esferas de governo e os poderes públicos para a sua implementação, assim como garantir recursos a serem destinados à ampliação do atendimento à população. Tais desafios são propostos pelos princípios fundamentais da (i) universalização; (ii) integralidade; (iii) disponibilidade; (iv) eficiência e sustentabilidade econômica; (v) segurança, qualidade e regularidade e (vi)

integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos (BRASIL, 2007).

Garantir os serviços de saneamento à população seguindo os requisitos estabelecidos em lei é uma das principais funções das organizações de saneamento. O Art. 11, § 2º, II, da lei de saneamento básico destaca que deverão prever nos contratos metas progressivas e graduais de expansão dos serviços, de qualidade, de eficiência e de uso racional da água, da energia e de outros recursos naturais, em conformidade com os serviços a serem prestados.

Porém, tais metas não têm sido alcançadas. Scaratti *et al.*, (2013) ressaltam que é necessário avaliar as organizações de saneamento básico, pois há falhas e desperdícios no que se refere à eficiência nos serviços prestados. No Brasil as perdas de água na distribuição chegaram a 36,7% no ano de 2015 (BRASIL, 2017), além do alto consumo de energia elétrica do setor, cujos custos perdem apenas para a folha de pagamento na composição das despesas respectivas à gestão e operacionalização dos serviços públicos municipais de saneamento básico.

Nesse sentido, lançar planos que visem à inibição de consumo supérfluo possibilitando o uso eficiente da energia elétrica e manutenções no sistema que influenciem na redução das perdas de água, resultará na diminuição dos custos de produção de água, sendo os recursos melhores aproveitados.

Dos principais princípios estabelecidos pela lei federal nº 11.445/2007, a saber, a universalização, o Art. 2º, I se destaca por estabelecer que os serviços de saneamento devam alcançar todos os cidadãos promovendo bem-estar; outro princípio é o da integralidade, Art. 2º, II compreendido como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso e maximizando a eficácia das ações e resultados (BRASIL, 2007).

Todavia considera-se que a universalização não é tarefa fácil, uma vez que, o Brasil é um país marcado pela desigualdade social. Nesse contexto, Salomão Filho (2008) afirma que a universalização pode não ser lucrativa, pois implica estender a rede até consumidores longínquos e sem poder aquisitivo.

Quanto a este aspecto a lei nº 11.445/2007, Art. 29 estabelece a ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda aos serviços de saneamento. Destaca que subsídios tarifários ou não tarifários poderão ser adotados para os

usuários que não tenham capacidade de pagamento. Estes subsídios serão aplicados conforme as características dos beneficiários e da origem dos recursos:

Sendo assim a lei nº 11.445/2007 é um avanço no contexto sanitário do país, no entanto, faz-se necessário reavaliar as relações entre Estado, capital e sociedade, e, mais especificamente, a prioridade do Estado no campo das políticas públicas e sociais, pois os desafios da universalização dependem de instrumentos não só políticos ideológicos, mas também institucionais, de gestão eficiente, tecnologia aplicada além do controle social.

No tocante a qualidade da água potável é válido destacar o dispositivo legal em vigor no Brasil baseado na portaria nº 2914/2011, publicada pelo Ministério da Saúde, que dispõe sobre procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Em seu Art., 5º, I define que água para consumo humano é água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. Somente será considerada potável aquela que atenda ao padrão de potabilidade estabelecidos para parâmetros físicos, químicos, microbiológicos, organolépticos, cianobactérias/cianotoxinas e radioatividade (BRASIL, 2011).

Os Arts. 3º e 4º esclarecem que toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistemas ou solução alternativa individual e coletiva, independente da forma de acesso da população, deve passar por controle e vigilância da qualidade (BRASIL, 2011).

Baseado na Portaria nº 2914/2011, o Ministério da Saúde preconiza ações básicas para a efetiva implantação do Programa de vigilância da qualidade da água para consumo humano no País. No programa destaca-se a identificação, o cadastramento e a inspeção das diferentes formas de abastecimento e o monitoramento da qualidade da água, com análise e classificação do grau de risco à saúde em função da forma de abastecimento. Sua implantação atende aos preceitos definidos pela OMS no guia de diretrizes para qualidade da água potável e objetiva o consumo seguro de água de qualidade.

#### 4.2.4 O Vigiagua

O Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) é um instrumento de implementação das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano. Foi idealizado no sentido de orientar a operacionalização da vigilância de forma abrangente, considerando a execução descentralizada das ações, segundo as diretrizes do Sistema Único de Saúde (SUS).

O Vigiagua é um programa federal do Ministério da Saúde que está inserido na Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) / Departamento de Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador (DSAST), especificamente na Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM), e nas esferas estaduais e municipais, suas ações podem estar inseridas em serviços previamente existentes e organizados, como a vigilância epidemiológica e a vigilância sanitária, ou serem desenvolvidas a partir da implantação da vigilância em saúde ambiental, respeitando-se a autonomia dos estados e municípios para a sua operacionalização e estruturação, conforme Brasil (2009).

Um dos instrumentos de gestão do programa Vigiagua é o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA), que tem como objetivo sistematizar os dados da qualidade da água dos estados e municípios, produzindo desta forma, informações essenciais para análise e direcionamento das práticas e ações da vigilância da qualidade da água em todos os níveis do SUS. No SISAGUA são reunidas informações sobre qualidade da água provenientes dos sistemas e soluções alternativas coletivas (SAC); individuais (SAI) e de abastecimento de água (SAA) com o propósito de identificar fatores de riscos para definir estratégias de melhorias da situação causando a prevenção da morbimortalidade por DRSAI.

O Vigiagua está em consonância com a portaria nº 2914/2011 que discorre sobre a potabilidade da água e preconiza ações básicas para efetiva implantação para o andamento do programa de qualidade da água para consumo humano. Sua implantação também atende às normas do guia para a qualidade da água para consumo humano da Organização Mundial de Saúde estabelecidas na publicação da quarta edição do livro “Diretrizes para qualidade das águas”.

Numa avaliação da água nos municípios brasileiros realizada pelo Vigiagua ano de 2011 identificou-se que 1,5% da população brasileira foram abastecidas por SAA sem tratamento. Os estados que apresentaram maior percentual são, Amazônia e Piauí com 44,15% e 47,80 % respectivamente (BRASIL, 2012).

O estado do Maranhão apresentou o sétimo pior percentual do país com 22,32% de água sem tratamento. O Vigiagua afirma que no Maranhão o percentual da população é atendida por SAA sem tratamento é superior à média da região nordeste. Em São Luís, capital do estado, esse percentual ficou na faixa de 0 a 20%, conforme Brasil (2012).

Esta avaliação do SISAGUA aponta que a quantidade de amostras realizadas no estado do Maranhão pela vigilância está muito abaixo do que é estabelecido pela Diretriz Nacional sendo menos de 3% do total de amostras obrigatórias. Nas análises dos três sistemas de abastecimento, apenas o parâmetro turbidez apresentou percentual de 90% ou mais. Os demais parâmetros tiveram percentuais de amostragem inferiores ao mínimo requerido, com 47% para cloro residual livre e 69% para coliformes totais no SAA, segundo Brasil (2012).

Considera-se que muitos municípios ainda não repassam informações ao SISAGUA o que dificulta uma análise geral da situação dos estados. Sendo assim, o programa reconhece a importância de intensificar as parcerias intersetoriais nas ações de saúde e saneamento, para que sejam definidas estratégias de melhoria das condições sanitárias do abastecimento de água do estado do Maranhão, com o auxílio de indicadores sanitários e epidemiológicos.

De acordo com Daniel e Cabra (2011) a atuação da vigilância da qualidade da água deve priorizar as localidades que não são abastecidas com água tratada, para orientar e incentivar as formas de tratamento domiciliar, por meio da filtração e uso adequado do hipoclorito, além dos cuidados na conservação e armazenamento da água.

Queiroz *et al.*, (2012) afirmam que, mesmo diante de uma legislação avançada, não há garantia a organização e preparo nos municípios para executar o que é estabelecido pelo Vigiagua. Questões que fazem parte da organização política local, envolvendo recursos humanos, tecnológicos, financeiros, condições socioculturais da população em questão, a aspectos ambientais relacionados à qualidade da água para consumo humano podem intervir de forma significativa no

processo de trabalho da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à água para consumo humano.

Os autores também ressaltam que por se tratar de um programa recente, o Vigiagua, deve intensificar o acompanhamento e as avaliações do programa que considerem seus aspectos técnico-operacionais e tenha mais aproximação com envolvidos nos municípios.

#### 4.3 FINANCIAMENTOS NAS AÇÕES DE SANEAMENTO.

Com as transformações das cidades ao longo da história, as práticas de saneamento vão evoluindo associado a um maior cuidado com a questão sanitária. No Brasil tais práticas são impulsionadas pela migração das populações rurais para um ambiente urbano, o que conseqüentemente constrói um cenário propício para proliferação de doenças epidêmicas.

Até meados do século XIX o modelo de abastecimento de água e esgotamento sanitário não evidenciava organização por parte de prestadores de serviços, além da não existência de políticas públicas voltada para o setor sanitário. Dessa forma os primeiros serviços de saneamento surgem nos maiores centros urbanos com a participação dos setores públicos e privados para tentar conter a falta de infraestrutura urbana.

Nesse momento o Estado concedeu a empresas estrangeiras a prestação dos serviços público como: o abastecimento de água e esgotamento sanitário, modificando o cenário dessas cidades a partir da adoção de técnicas e insumos voltados para saneamento, como afirma Brasil (2015).

Já no século XX, o Estado passa a assumir caráter centralizador, com isso surgem políticas sociais em esfera nacional. O serviço oferecido pelas empresas privadas acaba sendo contestado pelos cidadãos que pressionam por melhorias nos serviços e conseqüentemente nas condições de vida. Brasil (2015) afirma que no mesmo período ocorre a inserção da saúde no setor de saneamento através da criação do Serviço Especial de Saúde Pública (SESP) financiado e monitorado pelo governo dos Estados Unidos, com intuito de promover salubridade na exploração de materiais econômicos no período da segunda grande guerra.

A segunda metade da década de 1960 é marcada pela entrada do setor de saneamento na agenda política nacional. Sendo assim, houve o apoio à criação de programas e políticas de habitação e saneamento básico. O governo federal criou o Sistema Financeiro de Saneamento (SFS) que seria administrado pelo banco nacional de habitação (BNH) fruto dos investimentos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), conforme Leoneti *et al.*, (2011).

Por conta desse cenário que se estabeleceu, na mesma década, foi lançado o Plano Nacional de Saneamento – PLANASA – no SFS, no BNH (responsável pela definição de normas, aprovação dos financiamentos e fiscalização dos projetos). De acordo com Myashita *et al.*, (1997) este plano privilegiou o abastecimento doméstico e esgotamento sanitário para as áreas urbanas, aproximadamente em 3 mil municípios.

Com o lançamento do PLANASA ocorreu à criação das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB) ao todo 26 companhias regionais responsáveis pela execução dos investimentos. Para Leoneti *et al.*, (2011) a política de constituição e fortalecimento das empresas estaduais direcionava os recursos para as CESB.

É importante enfatizar que o plano foi fundamental para o aumento significativo dos índices de cobertura de abastecimento e em menor proporção o esgotamento sanitário, resultante do volume de investimentos que o setor recebeu, mas ainda longe de alcançar a universalização dos serviços.

Ao final da década de 1980 e início de 1990 o PLANASA teve seu andamento prejudicado por conta do colapso institucional, econômico e financeiro, o que exigiu a busca de um novo pacto federativo, além de novos mecanismos para atrair financiamentos no setor de saneamento.

Logo, em 1990 o país retoma as ações de saneamento a partir de créditos externos oriundos de órgãos multilaterais como Banco Internacional de Desenvolvimento (BID) e banco mundial (BIRD). Com isso surgiram novos programas, entre eles, o Pró Saneamento e o Programa de Ação Social em Saneamento (PASS). O primeiro criado pelo governo federal com o objetivo de financiar obras de abastecimento de água, esgotamento sanitário, ações comunitárias voltadas para educação comunitária. Para execução do programa foi

utilizado verbas do Fundo de Garantia do Tesouro Social – FGTS – e do Ministério de Planejamento e Orçamento (LEONETI *et al.*, 2011).

Já o segundo programa teve financiamento por parte do BID, do Orçamento Geral da União e contrapartida dos estados envolvidos. Mesmo com todos os investimentos o país avançou discretamente no setor de saneamento, principalmente ao esgotamento.

Todavia, o setor de saneamento só voltou a receber investimentos significativos no ano de 2007 com a criação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) dividido em duas fases. Na primeira, o recurso destinado ao investimento foi em torno de R\$ 40 bilhões no período de 2007 e 2010, sendo originalmente R\$ 12 bilhões de financiamentos para controle das despesas, R\$ 8 bilhões do Orçamento Geral da União (OGU), R\$ 4 bilhões da Fundação Nacional da Saúde (Funasa) – recursos também provenientes do OGU –, além de prever R\$ 8 bilhões para apoio a projetos patrocinados pelo setor privado. Os R\$ 8 bilhões restantes decorrem das contrapartidas das entidades financiadas. Já para segunda fase do programa no ano de 2011 foram destinados em torno de 45 bilhões de reais, conforme Albuquerque (2013).

Atualmente o SNIS divulga os valores de investimentos realizados no setor de saneamento no Brasil, os valores correspondem ao montante efetivamente realizado durante o ano e informado pelo prestador de serviço. A montante de investimentos se divide em três grupos que se subdividem em subcategorias, a saber: a) investimentos segundo o contratante; b) investimentos segundo o destino da aplicação; c) investimentos segundo a origem, (SNIS, 2017).

O Quadro 3 exhibe investimento segundo o destino da aplicação para os anos de 2010 a 2015 destacando o subgrupo referente a despesas capitalizáveis, investimento em abastecimento de água, investimento com esgoto e outros<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> As despesas capitalizáveis: são aquelas realizadas para o funcionamento das áreas do prestador de serviços que, pelas suas finalidades (projetos e fiscalização de obras, por exemplo). Os investimentos em água e esgotos: se referem aos equipamentos e instalações incorporados aos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Outros investimentos: consideram a aquisição de bens de uso geral, equipamentos e instalações.

Destino da aplicação R\$ (mi)	ANO					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Despesas capitalizáveis	367,8	395,1	618,1	418,2	537,4	562,5
Água	3.482,3	3.415,8	3.733,0	4.332,0	5.061,9	5.728,1
Esgoto	4.586,4	3.919,8	4.581,3	4.682,8	5.607,1	5.273,0
Outros	525,8	671,0	821,3	1.050,3	991,2	611,4
Total	8.962,3	8.401,7	9.753,7	10.485,2	12.197,7	12.175,1

**Quadro 3:** Investimentos em saneamento no Brasil segundo o destino para aplicação. Fonte: Adaptado de SNIS 2010 a 2015.

Os investimentos realizados durante o período de 2010 a 2015 tiveram crescimento com média de um milhão, onde no intervalo do ano de 2013 a 2015 os investimentos foram acima dessa média. A categoria esgotamento sanitário recebeu maiores investimentos durante os primeiros quatro anos analisados, enquanto a categoria abastecimento de água esteve sempre em segundo lugar nos valores investidos.

Considera-se que o ano de 2015 recebeu um valor inferior de investimentos em relação ao ano de 2014. SNIS (2017) explica que o destaque nos investimentos com esgotamento sanitário justifica-se pela menor cobertura dos serviços de esgotamento sanitário no país, sobretudo no que diz respeito ao tratamento dos esgotos.

A origem da aplicação no setor de saneamento à origem dos recursos desse classifica em três categorias: recursos próprios, recursos onerosos e não onerosos. Os recursos próprios são aqueles que custeiam as obras com recurso do caixa do prestador resultante da cobrança pelos serviços; já os recursos onerosos são aqueles cujas obras são custeadas com financiamentos e por fim, os recursos não onerosos são os não reembolsáveis.

O Quadro 4 descreve os investimentos realizados nos anos de 2010 a 2015 por categoria quanto ao tipo de recursos e a origem destes recursos.

Tipo de Recursos	Origem do Recurso	Investimento R\$ (mi) /Ano					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
Próprios	Caixa do prestador, cobranças dos serviços.	4.025,8	4.000,2	-	5.692,3	6.387,9	5.871,7
Onerosos	do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço – FGTS e Fundo de Amparo ao Trabalhador – FAT, sob gestão do Governo Federal, e também derivada de empréstimos internacionais, adquiridos junto às agências multilaterais de crédito, como, por exemplo, Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID e Banco Mundial – BIRD.	2.779,5	2.674,0	-	3.024,3	3.542,4	3.748,7
Não Onerosos	Orçamento Geral da União – OGU, disponibilizados por meio da Lei Orçamentária Anual – LOA, e de orçamentos dos estados e municípios.	1.912,3	1.652,2	-	1.506,5	2.176,6	1.624,4

**Quadro 4:** Investimentos em saneamento no Brasil segundo o destino da aplicação.  
Fonte: (Adaptado) de Snis 2010 a 2015.

De acordo com as informações do Quadro 4, a maior parte dos recursos aplicados no setor de saneamento é da categoria próprios, oriundos das cobranças dos serviços. Em segundo estão os recursos onerosos, com valores que representam aproximadamente metade dos investimentos próprios, e por fim os recursos não onerosos.

O SNIS alerta para os números presentes no Quadro 4 ressaltando que os investimentos por recursos próprios podem ser inferiores ao valor divulgado, uma vez que, os prestadores de serviço declaram investimentos feitos com recursos dos governos, estados e prefeituras como sendo da categoria própria, além de estarem incluindo também recursos providos do Orçamento Geral da União e até mesmo classificarem como próprios os recursos oriundos de empréstimos por entenderem que, uma vez que os mesmos serão pagos pelo prestador de serviços, então é possível a compreensão de que são recursos próprios. de saneamento básico no Brasil são as principais fontes de investimento disponíveis para o setor (BRASIL, 2017).

Em uma perspectiva micro, os investimentos em saneamento, água e esgoto, na cidade de São Luís no ano 2015 apresentaram um total de 70.361.157,51. Desse total a categoria esgotamento sanitário foi contemplada com um valor na ordem dos R\$ 54.478.639,91, ou seja, 77% dos investimentos em saneamento. A categoria abastecimento de água recebeu em torno de R\$ 8.106.713,48, equivalente a 12%,

enquanto o restante do valor, R\$ 7.775.804, equivalente a 11% foram aplicados em outros investimentos pelo prestador de serviço, de acordo com Brasil (2017).

Apesar do setor público ainda tratar o saneamento de forma individual e recuada, está em curso um processo de melhoria nas ações de saneamento quanto à eficiência operacional das companhias estaduais e serviços municipais de água e esgoto. Entretanto, políticas públicas devem ser pensadas quando o que se busca é a qualidade de vida da população. As políticas de habitação assim como políticas ambientais devem estar em consonância com as políticas de saneamento, pois as habitações, notadamente as situadas nas cidades, necessitam atender a diferentes requisitos mínimos de salubridade, bem como ser beneficiadas com ações de saneamento urbano e proteção ao meio ambiente proporcionadas pelo Poder Público, de modo a garantir dignas condições de vida.

#### 4.4 OS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES SOBRE DADOS DE SANEAMENTO E SAÚDE NO BRASIL.

O Sistema de Informação sobre dados de Saneamento – SNIS, criado no ano de 1995 pelo governo federal, constitui o maior e mais importante sistema de informações do setor de saneamento no Brasil.

O sistema é administrado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental vinculado ao Ministério das Cidades e apoia-se em uma base de dados que contém informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro e de qualidade sobre a prestação de serviços de água, esgotos e manejo de resíduos sólidos urbanos (BRASIL, 2017).

Dentre os objetivos do SNIS destacam-se: planejamento e execução de políticas públicas; orientação da aplicação de recursos; conhecimento e avaliação do setor saneamento; avaliação de desempenho dos serviços; aperfeiçoamento da gestão; orientação de atividades regulatórias e de fiscalização; e exercício do controle social (BRASIL, 2017).

As informações do SNIS são coletadas anualmente e fornecidas por companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas e, em muitos casos, pelas próprias prefeituras, por meio de suas secretarias ou

departamentos, todos denominadas no SNIS como prestadores de serviços, segundo Brasil (2017).

Tal coleta é feita de forma autodeclaratória em que os prestadores de serviço repassam as informações de saneamento por meio de um formulário “*on line*” através da plataforma do sistema. As informações são coletadas pela equipe da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), responsável pelo SNIS, que tem a função de tratar, armazenar e divulgar as informações coletadas, assim como os resultados das análises a que elas foram submetidas, conforme Brasil (2015).

Os formulários deste sistema coletam do prestador de serviços informações descritivas, cadastrais, gerais, financeiras, operacionais, de balanço e também sobre tarifas, tipo de atendimento no(s) município(s), planos municipais e qualidade dos serviços. Através destas informações são calculados os indicadores econômicos-financeiros e administrativos; indicadores operacionais de água; esgoto e qualidade para em seguida realizar o diagnóstico do saneamento no país para ser publicado.

Os municípios que pretendem ter acesso a recursos federais do governo deverão enviar regulamente os dados solicitados pelo sistema. A adimplência é concedida ao prestador de serviços e é extensiva ao município em que o prestador opera, sendo publicada anualmente no site do sistema. Para conceder o atestado de adimplência, o SNIS analisa cada tipo de serviço. Portanto, a adimplência ocorre para água e para esgotos de forma individualizada. Desta forma, pode ocorrer, por exemplo, da companhia estadual, responsável pelos serviços de água no município, enviar os dados, mas a prefeitura, que responde pelos serviços de esgotos, não enviar. Nesse caso, Brasil (2017) afirma que o município se torna adimplente em água, mas não em esgotos. Diferenciando da soma dos valores desagregados, quando há alguma justificativa plausível.

Quanto ao sistema de informação em saúde, o Brasil conta com a plataforma DATASUS que corresponde ao Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde.

O departamento surgiu em 1991 quando a FUNASA foi instituída pelo Decreto nº100 de 16 de abril de 1991. De acordo com decreto a Funasa tem por finalidade promover e executar ações e serviços de saúde pública, e especialmente implementar atividades para o controle de doenças e de outros agravos à saúde, além de desenvolver ações e serviços de saneamento básico em áreas rurais. Em

2016 o DATASUS passa a ser órgão de assistência direta do Ministério da Saúde, conforme Decreto nº 8.901, de 10 de novembro de 2016, o qual está em vigência até a finalização deste trabalho, segundo Brasil (1991 e 2016).

Nesse contexto, o DATASUS tem como responsabilidade prover os órgãos do Sistema único de Saúde – SUS, de sistemas de informação e suporte de informática, necessários ao processo de planejamento, operação e controle por meio da manutenção da base de dados nacional, apoio e consultoria na implementação de sistemas e coordenação das atividades de informática.

Da data de criação até o ano presente o departamento já desenvolveu cerca de 200 sistemas que serviram para auxiliar, diretamente, o Ministério da Saúde, no processo de consolidação do SUS. O DATASUS é o maior fornecedor de soluções de software que atende as secretarias estaduais e municipais de saúde, sempre com adaptações às necessidades dos gestores.

Sendo assim, são competências do DATASUS expressas no Art. 11, conforme Decreto nº 8.901, de 10 de novembro de 2016.

- I - fomentar, regulamentar e avaliar as ações de informatização do SUS direcionadas à manutenção e ao desenvolvimento do sistema de informações em saúde e dos sistemas internos de gestão do Ministério da Saúde.
- II - desenvolver, pesquisar e incorporar produtos e serviços de tecnologia da informação que possibilitem a implementação de sistemas e a disseminação de informações para ações de saúde, em consonância com as diretrizes da Política Nacional de Saúde.
- III - desenvolver, pesquisar e incorporar produtos e serviços de tecnologia da informação para atender aos sistemas internos de gestão do Ministério da Saúde.
- IV - manter o acervo das bases de dados necessários ao sistema de informações em saúde e aos sistemas internos de gestão institucional;
- V - assegurar aos gestores do SUS e aos órgãos congêneres o acesso aos serviços de tecnologia da informação e às bases de dados mantidos pelo Ministério da Saúde;
- VI - definir programas de cooperação tecnológica com entidades de pesquisa e ensino para prospecção e transferência de tecnologia e metodologia no segmento de tecnologia da informação em saúde;
- VII - apoiar os Estados, os Municípios e o Distrito Federal na informatização das atividades do SUS.
- VIII - prospectar e gerenciar a Rede Lógica do Ministério da Saúde; e
- IX - promover o atendimento ao usuário de informática do Ministério da Saúde. (BRASIL, 2016).

De acordo com Brasil (2017) o DATASUS, disponibiliza informações que podem servir como auxílio nas análises objetivas quanto à situação sanitária do

país, tomada de decisões baseadas em evidências e elaboração de programas de ações de saúde.

A análise do estado de saúde da população pode contar com os dados disponibilizados pela plataforma por possibilitar o acesso aos registros sistemático de dados de mortalidade e de sobrevivência; controle das doenças infecciosas com informações Epidemiológicas e Morbidade, fundamental na descrição das condições sanitárias.

A plataforma também dispõe de indicadores de saúde que são construídos a partir dos dados de morbidade, incapacidade, acesso a serviços, qualidade da atenção, condições de vida e fatores ambientais, essenciais para quantificação e avaliação das informações de saúde. Além disso, é possível ter acesso às informações sobre assistência à saúde da população, os cadastros das redes hospitalares e ambulatoriais, o cadastro dos estabelecimentos de saúde, além de informações sobre recursos financeiros e informações Demográficas e Socioeconômicas.

Nesse contexto o DATASUS oferece um extenso banco de dados onde são armazenados em diversos sistemas de informação. Com relação aos dados sobre morbidade, as informações são registradas nos sistemas de informações de saúde, a saber: sistema de informação sobre agravos de notificação (SINAN) sendo uma importante fonte de informação, mas se restringe a algumas doenças transmissíveis; e os Sistemas de Informações Hospitalares (SIH) e Ambulatoriais (SIA) do SUS que visam planejamento de ações preventivas e ofertas de serviços. Já os dados de mortalidade, referentes a óbitos, as informações são registradas no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) utilizando a declaração de óbito como principal fonte de informação sobre as causas das mortes da população (BRASIL, 2017).

#### 4.5 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA COMO APOIO AOS ESTUDOS DE SANEAMENTO E SAÚDE.

Para entender o sistema de informação de geográfica (SIG) é fundamental definir o termo geoprocessamento que abrange um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados que correspondem a registros de ocorrências georreferenciados para serem transformados em informações de

conhecimento relevante, de acordo com Xavier (2001). O geoprocessamento compreende as Geotecnologias que são: Sensoriamento remoto, GPS e SIG.

Por ser tratar de uma técnica de característica multidisciplinar e transversal é possível que suas aplicações e usos sejam variados, assim como a integração de diferentes temas e abordagens. A técnica de geoprocessamento tem sido muito utilizada em situações estratégicas, principalmente no auxílio do planejamento, uma vez que, cresce o interesse de conhecer e entender os territórios e os fenômenos que se apresentam sob diferentes aspectos, além disso, subsidia na tomada de decisões para implementação de ações que possam beneficiar um ambiente ou a uma população.

Dessa forma o Sistema de Informações Geográficas é uma geotecnologia formada pela interação de um conjunto de elementos como: *software*, *hardware*, recursos humanos, dados (informações), métodos utilizados para criação, edição, pesquisa e análise das informações por meio de programa computacional e mapas. Tem a capacidade de atualização, compartilhamento, divulgação e especialmente de armazenamento e gerenciamento de dados geográficos, também chamados gráficos, e não gráficos (tabulares) (BRASIL, 2007, 2011; MEDEIROS, 2012).

De acordo com Xavier (2011) a ciência remete a um conjunto de técnicas que possibilitam transformar um banco de dados em informações valiosas, obedecendo à lógica do pensamento sistêmico, de modo que se possa representar a realidade o mais próximo possível considerando um agregado de sistemas relacionados entre si. Os sistemas ambientais representam sínteses da realidade, que o caracterizam na distribuição espacial.

Ou autor também esclarece que um SIG oferece diversas possibilidades, uma vez que, o trabalho pode ser realizado com planos de informação em separados, para análises específicas ou com um conjunto de informações associados com análises estatísticas como, correlação e cluster, ou até mesmo análise de multicritérios no sentido de especializar o maior grupo de informações possíveis.

No campo do saneamento e saúde o SIG vêm ganhando espaço quanto a sua aplicabilidade nas análises que se determinam. Transversal (2008) afirma que o plano de saneamento básico é um valioso instrumento de planejamento e gestão local integrada por se tratar de um processo dinâmico que favorece a implementação de ações de saneamento. Dessa forma, a produção de indicadores e índices sociais,

associada à análise espacial que nesse caso adota um elemento referencial, como exemplo, uma bacia hidrográfica, possibilita identificar os problemas e lançar medidas que visem solução.

No campo da saúde o SIG proporciona a análise da distribuição de doentes; no monitoramento da qualidade da água e de vetores; as variações em caso de epidemias; e a avaliação, em tempo real, de situações de emergência. De acordo com (BRASIL, 2007; BÜHLER, 2014) uma das principais aplicações dos mapas na saúde é facilitar a identificação de áreas geográficas e grupos da população que estejam em maior risco de adoecer ou morrer prematuramente e que, portanto, precisa de maior atenção, seja preventiva, curativa ou de promoção da saúde.

Segundo Augusto (2005) é de suma importância compreender a população, o ambiente e quais processos produtivos estão inseridos na construção do espaço durante determinado período, para entender as condições socioeconômicas. Nessa perspectiva, Bühler, (2014) defende que o SIG pode ajudar na análise integrada de dados ambientais e de saúde por armazenar estas informações em camadas diferentes. Ainda ressalta que os macrodeterminantes das doenças, na maioria dos casos, ocorrem “fora” das pessoas, sendo assim para se relacionar os problemas de saúde com seus determinantes devem-se integrar dados de saúde sobre a população com dados ambientais.

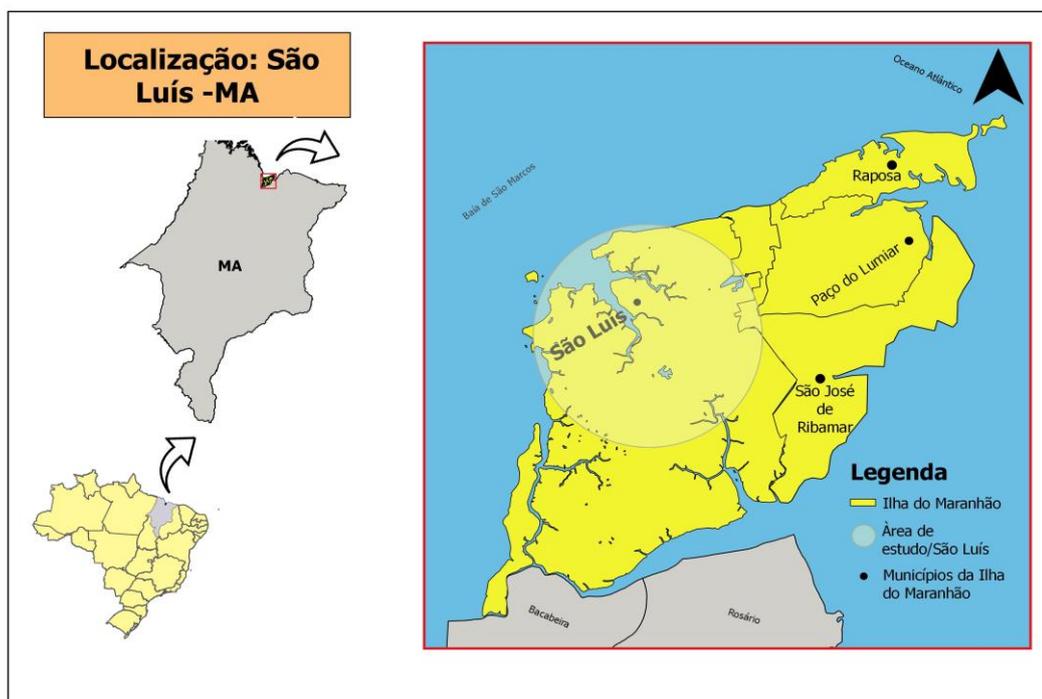
Quanto ao uso do *software* para executar o trabalho, atualmente no mercado existe um grande número disponível, a escolha fica a critério do técnico levando em consideração o que se pretende com a ferramenta. É através do software que se consegue elaborar mapas temáticos, realizar análises geográficas, estatística espacial e tratamento de imagens de satélites. Dentre os principais programas estão Mapinfo, Arcgis, Qgis, Terra View, Mega Gis e Spring.

Diante das informações supracitadas considera-se a análise espacial como uma ferramenta estratégica no entendimento do processo estrutural de envolvimento da sociedade com o meio qual está inserida. É fundamental para a inclusão de um modelo de saúde preventivo, a partir de um planejamento prévio, além de possibilitar a identificação de áreas que necessitam de medidas estruturais eficientes de saneamento.

#### 4.6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

“A Ilha do Maranhão, também conhecida como ilha de São Luís, está situada ao norte do estado do Maranhão, região nordeste do Brasil”. Sua “posição geográfica” é determinada pelas coordenadas  $2^{\circ} 24' 10''$  e  $2^{\circ} 46' 37''$  de latitude Sul e  $44^{\circ} 22' 39''$  e  $44^{\circ} 22' 39''$  de longitude Oeste. É constituída por quatro municípios, sendo estes a capital do estado, São Luís, que conta com uma área de 834,785 km<sup>2</sup>, um pouco mais da metade da ilha; São José de Ribamar com 388,371 km<sup>2</sup>; Paço do Lumiar 122,828 km<sup>2</sup> e Raposa com área de 66,280 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

O município de São Luís, área contemplada para realização deste estudo, limita-se ao norte, com oceano Atlântico; ao sul, com o Estreito dos Mosquitos; a oeste com a baía de São Marcos e com o município de São José de Ribamar, a leste, conforme Figura 2. Pertence a Microrregião: Aglomeração Urbana de São Luís, e Mesorregião: Norte Maranhense. Sua população está na ordem de 1.014.837 habitantes (IBGE 2010)



**Figura 2:** Mapa de Localização da área de estudo São Luís – MA.  
Fonte: Elaboração própria.

O clima é do tipo Tropical, quente e semiúmido da Zona Equatorial. O regime de chuvas apresenta-se bem definido ao longo do ano, caracterizado por período chuvoso e de estiagem, em que o primeiro compreende os meses de janeiro a julho,

onde a maior incidência se dá no mês de abril, e o segundo vai de agosto a dezembro, a média pluviométrica anual é de 1.857,16 mm, umidade de 74% e as temperaturas médias giram em torno de 26,1° C com pequenas amplitudes de 7,1° (ESPÍRITO SANTO, 2006; FEITOSA e TROVÃO, 2006; IBGE, 2010).

Em São Luís, a prestação dos serviços de saneamento não atende a população de modo satisfatório segundo o princípio da equidade, pois estes são ineficientes ou inexistentes em determinadas áreas, o que favorece a incidência de doenças causadas devido à precarização destes serviços.

#### **4.6.1 Sistema de abastecimento de água em São Luís**

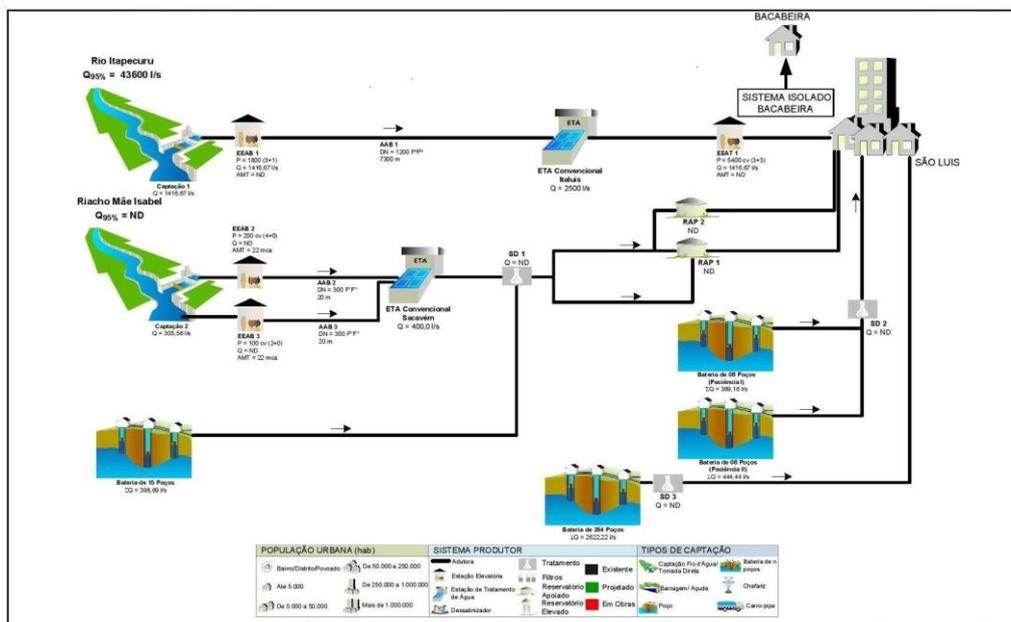
A partir da década de 1980, houve um incremento populacional na cidade de São Luís, com a implantação de dois grandes projetos: o Consórcio Alumínio do Maranhão S/A (ALUMAR), o sistema mina ferrovia-porto da antiga Companhia Vale do Rio Doce (CRVD) hoje conhecida como Vale e por último um consórcio firmado entre as empresas ALCOA do Brasil S/A e Billiton Metais S/A. Para Ferreira (2008) o crescimento da cidade de São Luís ocorreu em direção aos estuários dos rios Bacanga e Anil e a expansão ocorreu em direção oeste-leste.

Em virtude desse crescimento populacional, a cidade apresenta problemas tanto de ordem socioeconômica quanto ambiental, pois o crescimento ocorreu de maneira desordenada, causando transtornos na saúde, segurança, habitação e principalmente aos recursos naturais. Vale ressaltar que uma parcela destes problemas está relacionada ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário.

Quanto à configuração do sistema de abastecimento, a ilha de São Luís, apresenta sistema de abastecimento de água de forma individualizada. Em São Luís, o a prestação do serviço compete à concessionária Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhã CAEMA.

O sistema de abastecimento de água em São Luís conta atualmente com quatro sistemas de produção, a saber: Italuís (Itapecuru), Sacavém, Paciência e Cidade Operária, expressos na Figura 3. A potabilização da água é procedida pelo método convencional em duas estações (Italuís e Sacavém), e por filtração ascendente nas unidades de Olho D'Água e Cururuca. O abastecimento da capital

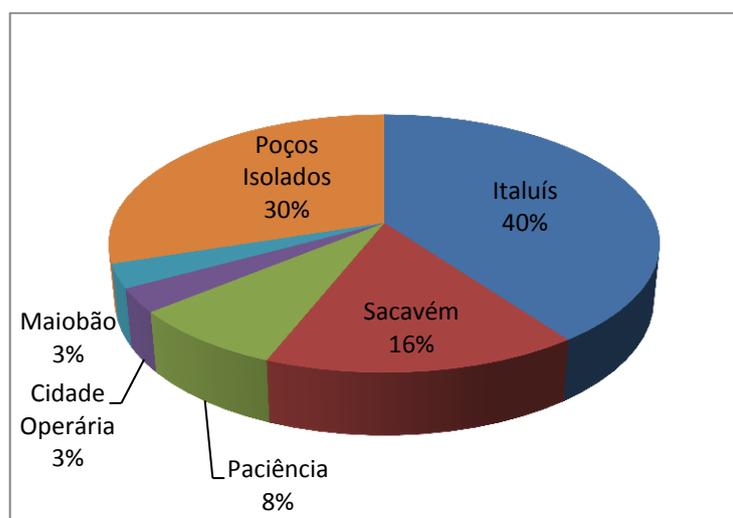
maranhense conta ainda com 312 (trezentos e doze) poços tubulares profundos (MARANHÃO, 2016).



**Figura 3:** Sistema de abastecimento de água em São Luís  
Fonte: ANA 2016.

Vale considerar que, a prática de utilização de mananciais subterrâneos no município é feita sem nenhum controle, através de poços isolados que alimentam diretamente a rede de distribuição em todas as zonas de abastecimento do município. Segundo ESSE (2011), estes poços também são responsáveis pelo atendimento da área rural e das indústrias instaladas no distrito industrial da cidade, o que chega a ser preocupante, pois a água proveniente destes poços não dispõe de tratamento e vem sendo distribuída irregularmente à população.

Sendo assim, o abastecimento de água da maior parte do município de São Luís é garantido pelo sistema produtor Italuís, conforme a Figura 4, tendo como fonte de produção o rio Itapecuru que está localizado no Km 56 da BR 135, cuja bacia hidrográfica encontra-se no continente. Tal sistema é constituído por captação direta do rio Itapecuru; adutora de água bruta; estação de tratamento do tipo pré-cloração, floculação, decantação, intercloração, filtração, pós-cloração e correção de pH; elevatória de água tratada e adutora de água tratada até a câmara de transição do Tirical, de onde partem diversas subadutoras por gravidade que irão abastecer os reservatórios setoriais das zonas de abastecimento.



**Figura 4:** Sistema de produção de água em São Luís.  
Fonte: Prefeitura de São Luís 2011.

Os demais sistemas produtores, em operação, têm como fonte de produção os mananciais superficiais e subterrâneos localizados na própria Ilha de São Luís. O sistema Sacavém é abastecido pela Barragem do Batatã, Rio da Prata e Mãe Isabel. O Rio Jaguarema abastece o sistema Olho D'Água. Já o Rio Antônio Esteves abastece o sistema Cururuca. Vale ressaltar que o sistema Paciência é abastecido por duas baterias de poços designados Paciência I e II, conforme (ESSE 2011; MARANHÃO, 2016).

O Sistema Sacavém, localizado no município de São Luís no interior do parque estadual do Bacanga (PEB), faz uso de mananciais superficiais e subterrâneos. As águas dos mananciais superficiais são oriundas do riacho Maracanã, da Prata Mãe Isabel e barragem do Batatã e encaminhadas à ETA para tratamento convencional. Enquanto as águas subterrâneas são provenientes da bateria de 14 poços tubulares e encaminhadas para reservatórios (poço de sucção da estação elevatória de água tratada), onde se juntam às águas tratadas superficiais para, em seguida, serem cloradas e fluoretadas, e depois recalçadas para os reservatórios de distribuição. Vale ressaltar que o sistema contribui para abastecimento de uso doméstico de uma parte considerável da cidade representando hoje, cerca de 20% dessa parcela, além disso, tal sistema tem sua vazão complementada pelas águas do sistema Italuís, conforme (ESSE, 2011; PEREIRA, 2011).

Já o sistema Paciência, localizado no município de São Luís, utiliza água subterrânea de poços tubulares situado em um talvegue<sup>5</sup> circundado por área urbana agrupados em 2 baterias: o Paciência I e o Paciência II com 16 poços em operação. Essas águas são encaminhadas pelo tanque de contato/poço de sucção da estação elevatória do sistema onde passam pro processo de desinfecção e correção do pH sendo em seguida recalçadas para o reservatório.

Em estudo realizado por Pereira *et al.*, (2011) constatou-se que algumas áreas produtoras de água para abastecimento doméstico da ilha sofrem com processo de ocupação espontânea, poluição dos mananciais e falta de controle efetivo dos recursos hídricos, devido a isso, sistemas produtores como: rio Maracanã e antiga barragem do São Raimundo foram desativados gerando perdas significativas para o abastecimento doméstico.

#### **4.6.2 Sistema de Esgotamento sanitário.**

O plano de esgotamento sanitário do município de São Luís é de 1998, e seu conceito considerava como prioritária a construção de redes coletoras, deixando em segundo plano a implantação de interceptores para condução dos esgotos sanitários para unidades de tratamento de esgoto que atendesse os padrões estabelecidos pela legislação ambiental da época, sendo hoje a Conama 357/2005 (MACEDO, 2012). O plano foi impulsionado pelo agravamento da situação sanitária ao longo dos anos devido à limitação e fragilidade do sistema existente, além do crescimento exponencial da população.

O sistema de esgotamento sanitário é do tipo separador absoluto e abrange a área urbana da cidade, totalizando 16.639,27 ha e ocupando 11,4% da área total da ilha de São Luís (ANJOS NETO, 2006). É composto por 2 (duas) estações de tratamento de esgotos (ETEs) Jaracati e Bacanga; 11 estações elevatórias, sendo 2 (duas) na Praia do Olho D'Água; 4 (quatro) na Avenida Litorânea-Calhau; 1 (uma) na Praia Ponta d'Areia e 4 (quatro) na Lagoa da Jansen (CAEMA, 2016).

---

<sup>5</sup> Linha mais baixa de um vale por onde escorre água da chuva e das nascentes ou o canal mais fundo de um rio. Wing 2016 /SIGEP/CPRM.

Na perspectiva espacial sistema está dividido em cinco bacias de esgotamento sanitário, a saber: Anil, Bacanga, Paciência, Oceânica, Jeniparana. Tal divisão seguiu critérios topográficos destacando os talvegues naturais e declividade do relevo (ANJOS NETO, 2006).

Segundo Esse, (2011), as bacias de esgotamento, de uma forma geral, contam apenas com redes coletora e ramais prediais implantados. Além disso, apresentam uma malha fluvial bastante expressiva e extensa, que são pontos de lançamento de esgoto bruto. Em contrapartida, as bacias Bacanga e Anil já apresentam sistema de tratamento através das ETEs Bacanga e Jaracati, respectivamente. Todavia, por não operarem de forma satisfatória, estas unidades ainda geram despejos fora dos padrões de lançamento recomendados pela Conama 430/2011.

A ETE do Bacanga (bacia Bacanga), implantada em 2003, passou por um período de recuperação, voltando a funcionar em 2010. Abrange uma área de 3.146,59 ha com população residente estimada em 207.675 habitantes. A rede hidrográfica existente é constituída pelos rios Bacanga, Bicas, Piancó, Itapicuraíba, e Igarapés do Tamancão, Anjo da Guarda, Tapete, Coelho, Igarapé da Areinha e Igarapé do Mercado. O Rio Bacanga é o principal manancial da bacia, com extensão de 9.500 metros, obedece a uma direção geral de sul para norte tendo o rio das Bicas como seu principal tributário (ESSE, 2011).

A ETE Bacanga conta com 106,21 km de redes coletoras, 21.689 ramais prediais implantados, correspondendo a um índice de 4,90 metros de rede por ramal predial. O rio Bacanga e o rio das Bicas são os principais corpos receptores da bacia. Calcula-se a vazão de despejos da ordem de 159,38 l/s que alcança o rio Bacanga e seus afluentes sem qualquer tipo de tratamento, através de inúmeros pontos de lançamentos de esgoto bruto. A ETE Bacanga, com capacidade nominal de 242,66l/s é a única estação de tratamento de esgotos da área de abrangência desta bacia, opera no momento com vazão afluente de 68,00l/s (ANJOS NETO, 2006).

O processo de tratamento da ETE Bacanga acontece a partir da retenção dos sólidos grosseiros para que o esgoto bruto, livre dos materiais e sólidos indesejáveis, passe pelo processo de medição de vazão a montante dos reatores onde em seguida é aplicado tratamento primário, desinfecção do efluente e processo de geração e aplicação do ozônio para assim ser despejado no manancial.

De acordo com Anjos Neto (2006), a ETE do Jaracati (bacia do Anil) envolve uma área de 5.057,57 ha com população residente estimada em 232.648 habitantes. Conta com 265,89 km de rede coletora e 23.424 ramais prediais implantados que corresponde a um índice de 11,35 metros de rede por ramal predial. Por sua vez, a rede hidrográfica desta bacia, é formada pelos rios Anil, Ingaúra, Jaguarema, pelos igarapés dos Vinhais, Jaracati, da Jansen, da Camboa, córregos da Alemanha, do Barreto dentre outros de menor expressão.

Após o trabalho de restauração, a ETE do Jaracati, voltou a receber os esgotos das duas estações elevatórias finais do sistema São Francisco. Esse (2011) atenta, que esses esgotos são provenientes das regiões providas de domicílios e estabelecimentos comerciais instalados na Avenida Litorânea, Calhau, Laguna da Jansen, partes do São Francisco, do Renascença e Ponta d'Areia.

Constata-se por outro lado, que nem todos os despejos que alcançam o sistema coletor fluem para as estações elevatórias, pois que considerável número de lançamentos de esgotos é direcionado para corpos d'água superficiais, canais, galerias da rede pluvial, áreas baixas alagadas e manguezais. Com base nos parâmetros usuais de projeto (população, cota per capta, coeficiente de retorno), calculou-se em 283,36 l/s a vazão dos esgotos gerados na bacia do Anil. As parcelas de vazão transpostas por recalque das bacias Paciência e Oceânica são respectivamente, 186,68 l/s e 110,73 l/s. Nesta bacia, integrada ao sistema público, existe apenas a ETE-Jaracati, com capacidade nominal de 178,23 l/s operando no momento com vazão afluente de 95 l/s. Isto equivale dizer que 485,77 l/s de esgoto bruto, alcançam o rio Anil e seus afluentes sem qualquer tipo de tratamento (ANJOS NETO, 2006).

O processo de tratamento de efluente aplicado na ETE Jaracati é o mesmo aplicado na ETE Bacanga, sendo que o efluente tratado será lançado nos tributários de sua bacia.

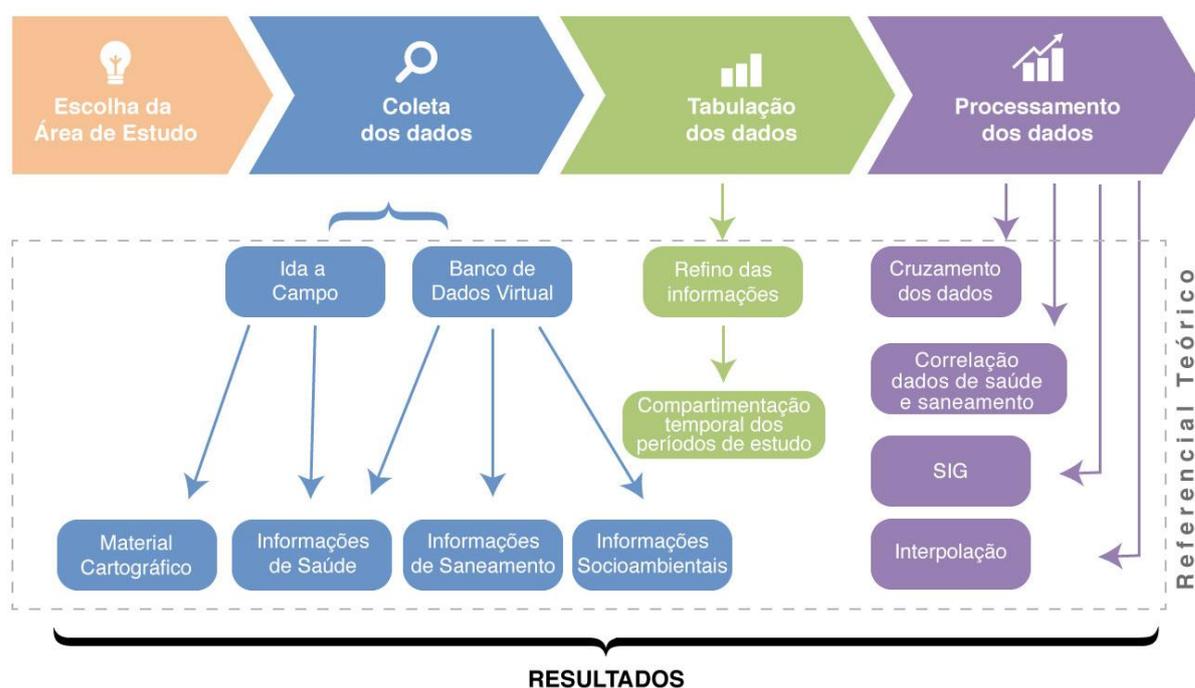
Um dos principais problemas ambientais da Ilha do Maranhão, principalmente do município de São Luís é o processo avançado de degradação dos rios que compromete o abastecimento da capital. De acordo com Macedo (2011), grande parte dos bairros da Ilha de São Luís não dispõe de rede de esgoto e a maioria das residências ligadas a uma galeria, tendo mangues e rios como destino final de dejetos, além disso, boa parte dos efluentes que deveriam seguir para as estações de tratamento são lançados nos corpos hídricos sendo considerados uma forte fonte de poluição e oferecendo condições para proliferação de patologias de veiculação hídrica.

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 PANORAMA DO ESTUDO

O estudo trata-se de uma pesquisa descritiva e analítica, baseada em dados secundários, munidos de informações sobre registros de casos confirmados de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado-DRSAI; saneamento (por SNIS e IBGE) e dados socioambientais (por IBGE). As informações correlacionadas e tabuladas revelaram resultados que estão expressos em gráficos e mapas.

O fluxograma exibido na Figura 5 é um resumo dos procedimentos metodológicos adotados para realização da pesquisa. Tais procedimentos são detalhados e explicados ao longo do capítulo visando maior compreensão da trajetória da pesquisa para alcançar os resultados finais.



**Figura 5:** Procedimentos metodológicos para realização do estudo.

### 5.2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

O levantamento bibliográfico ocorreu a partir de buscas em bases de dados eletrônicos adotando descritores: "Saneamento", "Saúde", "Doenças Relacionadas

ao Saneamento", utilizando filtros que permitiram separar documentos que fizessem menção acerca da temática: saneamento, saúde e ambiente.

Das bases de dados utilizados destacam-se: Portal de periódicos da CAPES, Portal de pesquisa PMSS (Programa de Modernização do Setor de Saneamento), Portal da BVS (Biblioteca Virtual em Saúde), RESA (Revista de Engenharia Sanitária), Caderno de Saúde Coletiva, Biblioteca de teses e dissertações UFMG, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Biblioteca (IBGE), Fundação Nacional de Saúde – Biblioteca eletrônica (FUNASA) e Portal de pesquisa do PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR SANEAMENTO-PMSS.

No portal de periódico CAPES utilizou-se o descritor "Saneamento" como assunto na estratégia de busca. No Portal BVS, coordenado por Organização Pan Americana de Saúde - OPAS e Organização Mundial de Saúde - OMS, os operadores booleanos utilizados para estratégia de busca foram "AND", "OR" e "AND NOT". O operador booleano "AND" relaciona os termos digitados orientando resultados somente para documentos que contenham todos os termos, o operador "OR" é usado quando se tem variações de termos e ocorrem expressões de buscas mais abrangentes e o operador "AND NOT" serve para excluir termos indesejados.

### 5.3 COLETA DE DADOS

A coleta dados ocorreu em duas fases. A primeira fase contou com auxílio do banco de dados das plataformas de pesquisa SIM/DATASUS, SNIS e IBGE; na segunda fase ocorreu à ida a campo ao Instituto da Cidade de São Luís (INCID/SEPLAN) e à Superintendência de Vigilância Epidemiológica e Sanitária de São Luís-SVES.

Das informações de saúde, foram utilizados registros de casos notificados, confirmados em São Luís de DRSAI no período de 2006 a 2014, contemplando doenças infecciosas e parasitárias como: infecções intestinais bacterianas, doenças intestinais por protozoários, hepatite A, diarreia e gastroenterite e esquistossomose. Vale ressaltar que as informações obtidas em caráter local são referentes à mortalidade, com exceção para esquistossomose cujos dados são de morbimortalidade.

Quanto às informações de saneamento, estas priorizaram os serviços voltados para o abastecimento de água e esgotamento sanitário da cidade de São Luís.

Com a seleção e a classificação das DRSAI buscou-se um entendimento mais abrangente no que se refere ao conceito de saneamento ambiental. A palavra “inadequado” na sigla DRSAI faz menção, não apenas, a falta de saneamento, mas considera também a forma como as ações de saneamento são realizadas.

### 5.3.1 DATASUS

A busca de dados gerais direcionadas à incidência das DRSAI ocorreu através do portal do Ministério da Saúde pela plataforma SIM/DATASUS.

A partir da aba informações de Saúde TABNET<sup>6</sup>, utilizou-se um filtro específico, destacando o indicador mortalidade, ano, população, área pretendida e a seleção da doença através da Classificação Internacional das Doenças (CID 10) onde está o grupo das doenças infecciosas e parasitárias.

Os dados adquiridos nesta ferramenta são oficiais e públicos. As informações obtidas são sobre mortalidade causada por DRSAI e correspondem ao município como um todo, ou seja, não há distribuídas por setores ou bairros. Os resultados foram exportados como formato eletrônico em extensão *Comma-separated values* CSV e organizados em planilhas.

### 5.3.2 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE

No banco de dados da página do IBGE, foram observadas informações referentes ao último censo realizado no Brasil em 2010. Os dados trabalhados correspondem a informações sobre água e esgoto; e informações sobre rendimento, a partir a variável domicílio. Tal busca é de suma importância por se tratar de dados oficiais e pontuais que permite traçar um panorama geral sobre a situação de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município em estudo permitindo uma comparação com as condições econômicas de cada domicílio.

---

<sup>6</sup> O aplicativo TABNET, desenvolvido pelo DATASUS, é um tabulador genérico de domínio público que permite organizar dados de forma rápida conforme a consulta que se deseja tabular. Suas informações são oriundas da base de dados do sistema único de saúde.

O procedimento de busca ocorreu em duas etapas, conforme descrição a seguir.

### *1ª Etapa*

Na página oficial da instituição, buscou-se a opção Banco de dados, que contém a opção SIDRA-Sistema IBGE de Recuperação Automática (banco de dados agregados). A partir desta opção, chegou-se à página que contém seções - demográfico e contagem, nesta página é possível chegar ao conteúdo específico sobre os resultados do censo 2010, tais resultados são apresentados a partir de tabelas com títulos numéricos que quando explorados divulgam as informações solicitadas.

Para construção dos gráficos sobre saneamento foi importante à análise dos resultados do Universo - Características Urbanísticas do Entorno dos Domicílios cujo total de tabelas equivale a oito. Destas foram exploradas as tabelas 33577 (referente a formas de abastecimento de água) e 3360 (tipo de esgotamento sanitário). Vale ressaltar que as informações solicitadas vão do geral ao particular, ou seja, abrangem Brasil e municípios, logo para que se tenha um resultado mais acurado é necessário discriminar o município usando um geocódigo<sup>7</sup> proposto pelo IBGE, que para São Luís corresponde ao número 2111300.

### *2ª Etapa*

Deu-se com o download de dados relacionados às tabelas eletrônicas em extensão CSV e aos arquivos shapfiles (que contém dados geoespaciais em forma de vetor) fundamentais para realizar a espacialização dos dados.

Os arquivos CSV obtido nesta busca correspondem aos dados dos setores censitários de todos os municípios do estado do Maranhão. O caminho para chegar aos arquivos deu-se a partir da aba download; estatísticas; Censos; Censo Demográfico 2010; Resultados do Universo; Agregados por setor censitário/MA.

Já para o arquivo *shapefile* (shp) a busca ocorreu na aba, geociências; cartografia; mapeamento das unidades territoriais; produtos. Os produtos são relativos aos materiais disponibilizados pelo IBGE ao público em geral para realização de download e uso em pesquisa, tais materiais são classificados em: mapeamento topográfico, mapeamento das unidades territoriais (utilizado nesta

---

<sup>7</sup> Identificador composto pelos códigos de UF, Município, Distrito, Subdistrito e Setor. (IBGE 2010)

pesquisa), mapeamento geográfico, mapeamento dos recursos naturais e mapas murais. O material adquirido é relativo a malha de setor censitário 2010/MA.

Sendo assim o arquivo shp e as tabelas CSV serão trabalhados de forma conjunta para elaboração do mapa de distribuição de abastecimento de água, esgotamento sanitário e renda. Vale ressaltar que o município de São Luís será sempre enfatizado para favorecer uma análise mais consistente.

### **5.3.3 Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS**

Na plataforma do SNIS foi possível adquirir dados relacionados ao saneamento com ênfase aos serviços de água e esgoto, componentes adotadas para realização deste estudo, considerando o período relativo aos anos de 2006 a 2015.

O procedimento de busca ocorreu dentro da plataforma a partir do produto sítio da série histórica SNIS, que possibilita o acesso às informações operacionais e indicadores constantes da base de dados a partir do ano de 1995, primeiro ano de efetivação.

Nesta etapa o primeiro passo foi definir o tipo de informação válida para a análise, uma vez que a plataforma dispõe de informações agregadas<sup>8</sup> ou desagregadas<sup>9</sup>. Dessa forma utilizou-se o grupo que corresponde informações desagregadas por ano de referência.

Após esta etapa iniciou-se a consulta com aplicação de filtros segundo diferentes critérios de entrada, entre eles Dados Gerais: ano de referência, abrangência, natureza jurídica; Localização geográfica: região, estado, região metropolitana e prestadores por município. Após esse filtro realizou-se a escolha das informações e indicadores, selecionando-se as informações de água e esgoto e os indicadores operacionais de água, esgoto e qualidade que mais satisfizessem esta pesquisa.

O critério adotado para a escolha das informações e indicadores levou em consideração uso da água pela população e informações referentes ao volume. Já

---

<sup>8</sup> Informações agregadas: são (globais), referentes aos prestadores de serviço regional ou microrregional, ou seja, não são separadas por município atendido por esse prestador.

<sup>9</sup> Informações desagregadas: se referem aos municípios atendidos por prestadores de serviços de abrangência regional ou microrregional.

no quesito qualidade a ênfase foi para os indicadores que fazem menção aos parâmetros de qualidade exigidos pelas legislações de qualidade da água e lançamento de esgoto, mencionada no capítulo anterior.

Os resultados da consulta são gerados em planilha própria do sistema, mas há a opção para download em planilha eletrônica extensão CSV possibilitando ao usuário a manipulação dos dados. As informações obtidas são numéricas e fazem alusão aos códigos que representam tipo informações<sup>10</sup> e indicadores<sup>11</sup>.

#### **5.3.4 Vigilância em saúde ambiental Municipal de São Luís – SVES.**

A fase de campo foi marcada por visitas à SVES do município de São Luís. A SVES está subordinada a vigilância em Saúde que é vinculada à Secretaria Municipal de Saúde. Suas ações estão relacionadas à prevenção e exposição humana aos fatores de riscos e são agrupadas e desenvolvidas por programas, a saber, VIGIAGUA.

Para obtenção do material foram realizadas três idas a campo no ano de 2014 e 2015 nos meses de Dezembro/14, Março/15 e Dezembro/15. A solicitação deu-se por via oficial documentada com Ofício expedido pela coordenação da Pós - Graduação em Engenharia Ambiental da UFRJ.

O material solicitado foi enviado em dois momentos via internet, através de correio eletrônico, pela *TR.\_SIM/SINASC/SVES/SEMUS São Luís – MA*, em tabelas com extensão CSV. No primeiro momento foram enviados dados de mortalidade por DRSAI com registros anuais. No segundo momento foram concedidos dados com informações brutas e aleatórias sobre mortalidade indicando: ano, sexo, cor da pele, endereço de cada indivíduo e por fim a CID 10 (causa). Vale ressaltar que em relação à “causa” a lista era extensa, contemplando não apenas doenças ocasionadas pela falta de saneamento, mas também outras patologias de causas diversas, a saber, Tuberculose, Hanseníase, Salmonela, Febre por herbívoro, Septicemia, Erisipela. Tais informações passaram por refino para serem organizadas e agrupadas utilizando as variáveis bairro e casos de DRSAI.

---

<sup>10</sup> Informação é qualquer dado qualitativo ou quantitativo, fornecido pelo prestador de serviços. Usa-se para caracterizar os dados primários coletados, sendo, em geral, resultado de contagem ou medição.

<sup>11</sup> Indicador é um dado obtido pelo cruzamento de pelo menos duas informações primárias ou variáveis, visando ao processo de análise.

#### 5.4 TABULAÇÃO DOS DADOS.

Nessa fase as informações requeridas foram refinadas e organizadas. As informações do IBGE, sobre o censo de 2010, passaram por refino para identificar, apenas, o que fizesse menção ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e renda para em seguida serem explorados resultando na construção do panorama socioambiental da cidade. Vale ressaltar que na construção do panorama social a partir dos dados sobre renda, utilizaram-se apenas informações sobre o número de domicílios recebem até um salário mínimo.

Após esta etapa foi gerada uma planilha para cada tipo de serviço de saneamento (água e esgoto). Cada planilha apresentava duas colunas, relacionada ao domicílio e outra ao tipo de serviço existente, a saber: rede geral, poços ou nascentes e outras formas (água da chuva armazenada em cisterna). O mesmo procedimento aplicou-se para o tipo de esgotamento, a saber, da rede geral ou pluvial; fossa séptica e outros escoadouros.

Todas as planilhas geradas passaram por conversão sendo transformadas em arquivo texto (separado por tabulações). Tal conversão facilitou a inserção dos dados trabalhados no ambiente SIG e conseqüentemente o início ao processamento das informações.

Quanto aos dados oriundos do SNIS, estes foram desmembrados de suas planilhas de origem e particularizados a partir da informação operacional no período de 2006 a 2015 em novas planilhas. O mesmo foi feito para os indicadores operacionais de água, esgoto e qualidade. Esse procedimento foi de grande relevância para verificar a evolução dos serviços de saneamento no município de São Luís e correlacionar estas informações com os dados anuais de incidência das DRSAI no mesmo período.

Os dados anuais de saúde do DATASUS foram agrupados em uma nova planilha para serem cruzados no intuito de comparar e avaliar a incidência das doenças durante o período do estudo.

Para os dados brutos e aleatórios sobre DRSAI requeridos na SVEA, a organização teve como ponto inicial a busca da CID 10 com apoio de pesquisas em manuais de saúde para entender a causa principal das doenças destacadas no material. Ao localizar a doença localizava-se também o local da ocorrência (bairro)

através do endereço do indivíduo presente na planilha com o intuito de contabilizar e definir quais áreas apresentaram maiores registros.

A identificação das áreas contou com auxílio de técnicas de geoprocessamento com uso da base cartográfica georreferenciada disponibilizada pelo (INCID/SEPLAN) que mostra a delimitação dos bairros do município de São Luís. Após a identificação montou-se uma planilha extensão CSV composta por duas colunas - bairros e casos - para facilitar a inserção das informações no ambiente SIG.

## 5.5 PROCESSAMENTO DOS DADOS

Etapa em que se realizou o cruzamento dos dados tabulados de saneamento e saúde resultando em produtos como gráficos e mapas.

### **5.5.1 Integração dos dados das bases SIM/DATASUS e SNIS sobre incidência das DRSAI e saneamento.**

Nesta fase de processamento realizou-se a construção de gráficos temporais que representa a evolução das informações operacionais de água e esgoto do SNIS com as informações sobre mortalidade da base de dados DATASUS. O produto dessa análise corresponde a gráficos que descrevem de forma sintética a situação de saneamento em São Luís e sua influência na saúde da população ao longo do período estudado.

As informações operacionais utilizadas estão descritas nos Quadros 5 e 6. Tais informações são referentes a dados primários, ou seja, informações repassadas pelo prestador de serviço acerca do funcionamento do sistema de água e esgoto de cada lugar. Estas informações são fundamentais, pois a partir delas o SNIS calcula os indicadores operacionais de saneamento.

## INFORMAÇÕES OPERACIONAIS DE ÁGUA

### **AG004** - Quantidade de ligações ativas de água micromedidas:

Faz referência a quantidade de ligações ativas de água, providas de hidrômetro em pleno funcionamento.

### **AG006** - Volume de água produzido:

Corresponde ao volume anual de água disponível para consumo que compreende a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada (AG016), que já passaram por tratamento na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s).

### **AG007** - Volume de água tratada em ETAs:

Compreende o volume anual de água submetido a tratamento, sendo então, a água bruta captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s). Vale ressaltar que essa informação não inclui o volume de água tratada por simples desinfecção em UTS(s) e nem o volume importado de água já tratada.

### **AG010** - Volume de água consumido:

Volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido, o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado, acrescido do volume de água tratada exportado para outro prestador de serviços.

**Quadro 5:** Informações operacionais de água sobre quantidade de ligações, volume produzido, tratado e de consumo e uso pela população. Fonte: SNIS (2017).

## INFORMAÇÕES OPERACIONAIS DE ESGOTO

### **ES002** - Quantidade de ligações ativas de esgotos:

Quantidade de ligações ativas de esgoto à rede pública, que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano.

### **ES005** - Volume de esgotos coletado:

Volume anual de esgoto lançado na rede coletora. Em geral é considerado como sendo de 80% a 85% do volume de água consumido na mesma economia.

### **ES006** - Volume de esgotos tratado:

Volume anual de esgoto coletado na área de atuação do prestador de serviços e que foi submetido a tratamento, medido ou estimado na(s) entrada(s) da(s) ETE(s).

**Quadro 6:** Informações operacionais de esgoto sobre quantidade de ligações, volume coletado, tratado e exportado e população atendida. Fonte: SNIS (2017).

### 5.5.2 Associação entre os indicadores operacionais do SNIS e indicadores de saúde.

A realização desta etapa ocorreu a partir do uso de técnicas de análise de correlação linear de Person e regressão linear múltipla que estão intimamente ligadas, mas se diferenciam quanto à análise.

A correlação aponta o coeficiente de correlação linear “R”. Na análise de correlações de Person utilizou-se como referência a classificação de Dancey e Reidy (2005) que apontam os valores de “r” entre 0 e 1, adotando:  $r = 0,1$  até  $0,39$  (fraco);  $r = 0,40$  até  $0,69$  (moderado);  $r = 0,70$  até  $1$  (forte).

Para os indicadores de saneamento que apresentaram correlação fraca a representação deu-se por gráfico de barras. As informações sobre indicadores operacionais de saneamento e indicadores de saúde foram correlacionadas conforme a força do coeficiente linear encontrado.

Segundo Conti (2009) há uma correlação entre duas ou mais variáveis quando as alterações sofridas por uma delas são acompanhadas por modificações nas outras. Isso significa que duas variáveis,  $x$  e  $y$ , estarão diretamente ou inversamente proporcionais umas às outras configurando correlação positiva ou negativa. De acordo com Pontes (2010), padronizou-se que tal medida deve estar no intervalo fechado de  $-1$  a  $1$ , em que  $-1$  indica perfeita correlação negativa ou inversa e  $1$  indica perfeita correlação positiva ou direta.

A regressão linear estuda o relacionamento entre uma variável independente e uma variável dependente indicando o quanto a primeira (independente) pode explicar a segunda (dependente), enquanto a correlação mede a força ou grau de relacionamento entre as variáveis. Além disso, a regressão linear aponta o coeficiente de determinação “ $R^2$ ”.

Na análise de regressão foram utilizadas as variáveis independentes (X) que correspondem aos indicadores operacionais de saneamento água, esgoto e qualidade do SNIS e as variáveis dependentes (Y) que correspondem aos indicadores de saúde. A análise foi feita “um a um” para identificar as variáveis independentes estatisticamente associadas aos indicadores de saúde (DRSAI e esquistossomose) adotando um nível de significância de 10% ( $p \leq 0,10$ ). Logo após realizou-se a regressão linear múltipla com as variáveis permanentes, nesta fase adotou-se um nível de significância de 5 % ( $p \leq 0,05$ ) e os resultados relacionados aos indicadores de saneamento que apresentaram valor de significância inferior ao adotado foram representados em diagramas de dispersão.

Os indicadores de saneamento utilizados na correlação e regressão juntamente com os indicadores de saúde do DATASUS, correspondem aos indicadores operacionais de água, operacionais de esgoto e operacionais de

qualidade que estão descritos nos Quadros 7, 8 e 9 juntamente com a fórmula, informações e unidades utilizadas no cálculo realizado pelo SNIS.

Nesta fase utilizou-se o pacote estatístico SPSS 15.0 - *Statistical Package for Social Sciences* para realização das análises. Espera-se que tal sistemática tenha sido adequada quanto à sua consistência e ao seu rigor científico.

INDICADORES OPERACIONAIS DE ÁGUA			
Indicadores utilizados	Cálculo dos indicadores	Informações envolvidas	Unidade
<b>IN009</b> – Índice de hidrometração.	$\frac{AG004^*}{AG002^*} \times 100$	<b>AG002:</b> Quantidade de ligações ativas de água. <b>AG004:</b> Quantidade de ligações ativas de água micromedidas.	Percentual (%)
<b>IN020</b> – Extensão da rede de água por ligação.	$\frac{AG005^*}{AG021^*} \times \frac{1}{1.000}$	<b>AG005:</b> Extensão da rede de água <b>AG021:</b> Quantidade de ligações totais de água	m/lig.
<b>IN022</b> – Consumo médio per capita de água.	$\frac{AG010 - AG019}{AG001^*} \times \frac{1.000.000}{365}$	<b>AG001:</b> População total atendida com abastecimento de água. <b>AG010:</b> Volume de água consumido. <b>AG019:</b> Volume de água tratada exportado.	l/hab./dia
<b>IN055</b> – Índice de atendimento total de água.	$\frac{AG001}{GE12a} \times 100$	<b>AG001:</b> População total atendida com abastecimento de água <b>G12A:</b> População total residente dos municípios com abastecimento de água <b>Pop_Tot:</b> População total do município do ano de referência	Percentual (%)

**Quadro 7:** Cálculo de Indicadores Operacionais de água sobre ligações, rede de água, consumo, atendimento à população. Fonte: SNIS (2017).

INDICADORES OPERACIONAIS DE ESGOTO			
Indicadores utilizados	Cálculo dos indicadores	Informações envolvidas	Unidades
<b>IN015</b> – Índice de coleta de esgoto	$\frac{ES005}{AG010 - AG019} \times 100$	<b>AG010:</b> Volume de água consumido. <b>AG019:</b> Volume de água tratada exportado. <b>ES005:</b> Volume de esgotos coletado.	Percentual (%)
<b>IN016</b> – Índice de tratamento de esgoto	$\frac{ES006 + ES014 + ES015}{ES005 + ES013} \times 100$	<b>ES005:</b> Volume de esgotos coletado. <b>ES006:</b> Volume de esgotos tratado. <b>ES013:</b> Volume de esgotos bruto importado. <b>ES014:</b> Volume de esgoto importado tratado nas instalações do importador. <b>ES015:</b> Volume de esgoto exportado tratado nas instalações do importador.	Percentual (%)
<b>IN021</b> – Índice de esgoto tratado referido a água consumida	$\frac{ES004^*}{ES009^*} \times 1.000$	<b>ES004:</b> Extensão da rede de esgotos. <b>ES009:</b> Quantidade de ligações totais de esgotos.	m/lig.
<b>IN047</b> – Índice de atendimento urbano de esgoto	$\frac{ES026}{GE06b} \times 100$	<b>ES026:</b> População urbana atendida com esgotamento sanitário <b>G06B:</b> População urbana residente dos municípios com esgotamento sanitário <b>Pop_Urb:</b> População urbana do município do ano de referência	Percentual (%)

Quadro 8: Cálculo dos indicadores operacionais de esgoto sobre coleta, tratamento, atendimento urbano. Fonte: SNIS (2017).

INDICADORES DE QUALIDADE			
Indicadores utilizados	Cálculo dos indicadores	Informações envolvidas	Unidade
<b>IN084</b> – Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	$\frac{QD027}{QD026} \times 100$	<b>QD026:</b> Quantidade de amostras para coliformes totais (analisadas) <b>QD027:</b> Quantidade de amostras para coliformes totais com resultados fora do padrão	Percentual (%)

Quadro 9: Cálculo dos indicadores de qualidade para cloro residual, turbidez, coliformes totais. Fonte: SNIS (2017).

### 5.5.3 Geoprocessamento.

A base geográfica georreferenciada utilizada no estudo foi construída considerando material fornecido pelo (INCID/SEPLAN) como: a malha urbana de bairros de São Luís e a base cartográfica (IBGE) relativa aos setores censitários de São Luís.

O uso do software de SIG Qgis versão 12.1 possibilitou a fusão das informações levantadas (malha urbana de bairros, setor censitário, dados socioambientais e dados de saúde). Arquivos CSV e texto (por tabulação) posteriormente convertido para formato shp que permitiram especializar as informações resultando nos produtos: mapas coropléticos e mapas de interpolação.

A confecção dos mapas ocorreu em duas etapas devido à distinção de procedimentos. Na primeira etapa elaboraram-se os mapas coropléticos, um total de nove mapas, sendo, três de abastecimento, três de esgotamento, um de renda, um de mortalidade e um de morbimortalidade. Na segunda etapa desenvolveram-se os mapas de interpolação, dois no total.

Os mapas coropléticos são referentes ao abastecimento, esgotamento sanitário, renda, óbitos por DRSAI e morbimortalidade por esquistossomose. De acordo com Bossle (2015) esses tipos de mapas possibilitam verificar a densidade de ocorrência de determinado evento através de pontos, onde as variáveis são associadas a cada área por meio de cores usadas nas faixas de ocorrência que vão do menor ao maior registro. Cabe ressaltar que a escolha das cores da faixa de ocorrência ficou a critério do elaborador dos mapas.

Nessa fase as informações sobre saneamento foram incorporadas individualmente à tabela de atributos do arquivo shapefile (shp) do setor censitário São Luís. Tal processo ocorreu com a conversão dos dados de texto (por tabulação) em um arquivo shp. Após essa etapa, os dados foram processados gerando os mapas coropléticos de rede geral de abastecimento; poços ou nascentes; outras formas (água da chuva armazenada em cisterna) e rede geral ou pluvial; fossa séptica e mais outros escoadouros.

Na elaboração do mapa sobre renda, adotaram-se os mesmos procedimentos supracitados, entretanto, apenas um mapa foi elaborado.

Para os mapas de doenças os procedimentos foram os mesmos, entretanto a base cartográfica utilizada é referente à malha de bairros georreferenciada de São Luís o que possibilitou a distribuição espacial dos óbitos relacionados à DRSAI e morbimortalidade por esquistossomose.

Já os mapas de interpolação são referentes aos registros de óbito por DRSAI e morbimortalidade por esquistossomose. Nesta etapa utilizou-se o método de interpolação Peso pelo Inverso da Distância (IDW) que de acordo Bossle (2015) permite a criação de camada matricial. A interpolação é uma ferramenta usualmente utilizada para gerar superfícies distribuídas de uma determinada variável a partir de dados pontuais. Eles contribuem para a compreensão espacial de atributos, sem a necessidade de levantar dados em toda a área de interesse.

O método IDW, possibilita definir amostras e sua influência, que vão diminuindo com a distância. A interpolação é aplicada a partir da ponderação de pontos amostrais através da utilização de um coeficiente de controle  $\alpha$ . Seu resultado representa como a influência do valor de ponderação resultará na diminuição da medida da interpolação, enquanto que a distância até um ponto desconhecido aumenta. Para esta métrica, sabe-se que quanto maior o coeficiente, menos pontos são afetados, pois estes estão mais distantes do ponto de interesse; enquanto que diminuindo o valor do coeficiente, os pontos vizinhos ao ponto observado apresentarão valores semelhantes.

A equação do IDW se apresenta da seguinte forma:

$$\hat{Z}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n Z(x_i) \frac{1}{d_{ij}^\alpha}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_{ij}^\alpha}}$$

Onde: z = valores estimados; x = número de amostras; xi = valores conhecidos; di = distâncias entre os valores conhecidos e estimados.

Essas técnicas, por apresentarem precisão e agilidade, permitem desenvolver práticas apropriadas e, até mesmo, medidas mitigadoras quanto aos riscos existentes em uma determinada região.

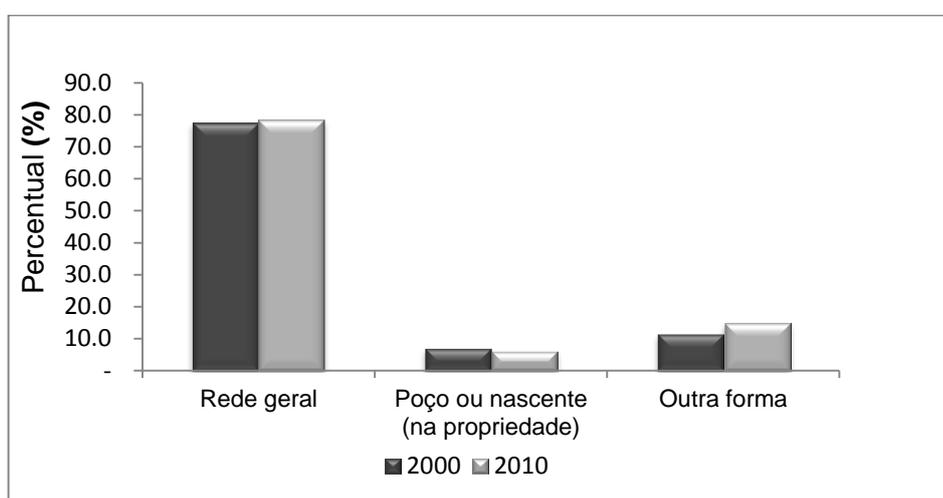
## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.

### 6.1 AVALIAÇÃO DA PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO COM INTER-RELAÇÃO AOS ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS.

Em São Luís, os índices de saneamento são discrepantes em relação à cobertura dos tipos de serviços, a saber, o abastecimento de água, que ainda não é integral, apresenta índice de atendimento urbano de 90%. Já o índice de tratamento do esgoto não representa 50% do que é coletado.

Isso remete a uma situação de alerta, uma vez que os dois tipos de serviço deveriam apresentar índices bem próximos, pois a água consumida que segue para os esgotos necessita de tratamento para que seja descartada de forma segura nos mananciais evitando a contaminação destes e também dos lençóis freáticos que abastecem a cidade.

O gráfico representado na Figura 6 descreve o tipo de abastecimento em São Luís nos anos para os anos 2000 e 2010 considerando o número de domicílios atendidos.



**Figura 6:** Evolução do tipo de abastecimento de água por domicílios em São Luís nos anos de 2000 e 2010. Fonte: Adaptado de IBGE 2000 e 2010.

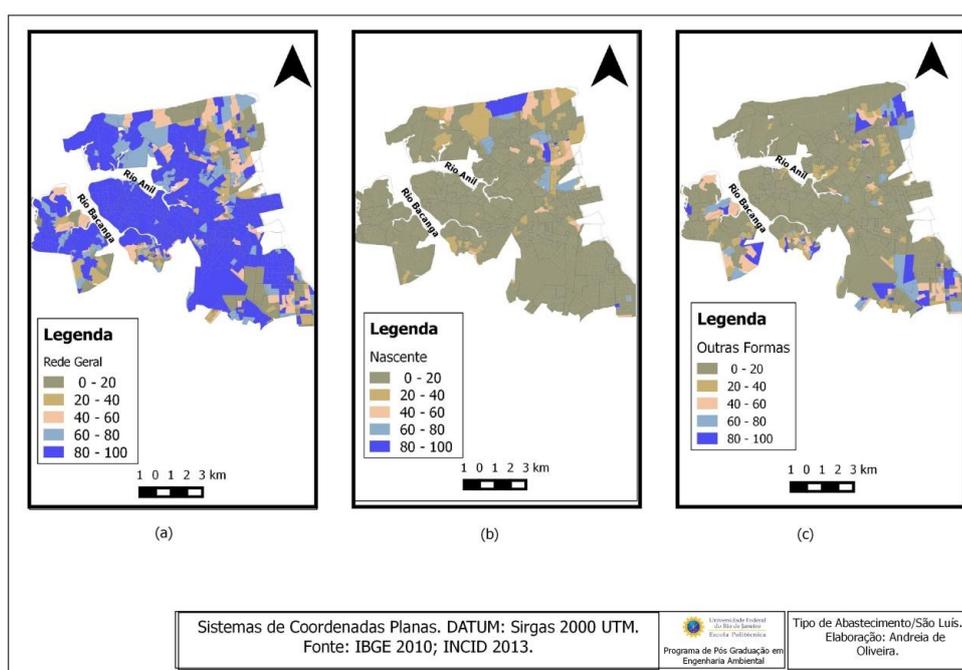
Em 2010, o abastecimento de água foi realizado em sua maioria, pela rede pública (rede geral), atendendo em torno de 78,5% dos domicílios. Ao avaliar a evolução da prestação deste serviço observa-se que o atendimento não sofreu grandes progressos desde o ano 2000 (crescimento inferior a 1%).

Em contrapartida houve um aumento de 3% no abastecimento por outras fontes ('Outra forma') como, por exemplo, água da chuva armazenada em cisterna. O uso de poços ou nascentes individuais (na propriedade) sofreu uma redução de 1% domicílios no período avaliado.

Em 2010, 21,3% dos domicílios de São Luís, segundo dados, usaram fontes alternativas ao abastecimento público para fins de consumo. Conclui-se assim que quase 1/4 destas casas utilizam água sem garantia de qualidade para fins potáveis, o que representa um risco à saúde pública.

Mesmo o sistema público oficial, que contempla a rede geral, está suscetível a falhas operacionais que podem colocar em risco a água distribuída. Dentre estas, pode-se destacar o elevado índice de perdas gerais de água na distribuição, que segundo Brasil (2017), equivale a 66,2% em São Luís; intermitência no abastecimento, também decorrente das perdas, reduzindo a pressão na rede e expondo-a ao risco de recontaminação, Heller (2015) ressalta que a redução de pressão na rede facilita a infiltração de organismos patogênicos do solo para os canos.

Na Figura 7 é possível quantificar os tipos de formas abastecimento de água dos domicílios da área de estudo através da distribuição espacial da cobertura.



**Figura 7:** Percentual do tipo de abastecimento de água por domicílios.  
 Fonte: Elaboração própria.

A partir do panorama do abastecimento da Figura 7 observou-se que a cobertura por “rede geral” encontra-se na faixa de 80 a 100% dos domicílios de São Luís. A parte central do mapa de rede geral, englobando alguns bairros pertencentes à bacia do rio Anil como: Centro, São Francisco e Alemanha é a mais bem servida com esse tipo de serviço, entretanto, ainda existem porções relevantes do município que são menos servidas e utilizam, por conseguinte, fontes alternativas para o abastecimento.

No tocante ao uso de “poços ou nascentes” (fonte alternativa), verificou-se que essa prática atinge, aproximadamente, 6% dos domicílios e é mais comum na porção norte da cidade, abrangendo uma pequena parcela da área de alguns bairros que se encontram próximos à orla marítima e cujo poder aquisitivo dos moradores é o mais alto da cidade. Nesse sentido considera-se que alguns destes poços podem estar ligados ao serviço de abastecimento da cidade sendo administrados pela CAEMA já que esta prática é comum no município.

Boa parte dos domicílios que fazem uso de fontes alternativas ao abastecimento como “outras formas” concentra-se, principalmente, nas áreas periféricas de São Luís, vale destacar bairros como: Alto da Esperança, Sá Viana, Vila Nova, Vila Embratel que estão localizados na margem esquerda da bacia do rio Bacanga e também Coroadinho e bairros do seu entorno que se encontram na margem direita da referida bacia. Estes bairros representam um percentual superior a 40% dos domicílios que utilizam tal fonte de abastecimento e atingem a faixa de 80 a 100%.

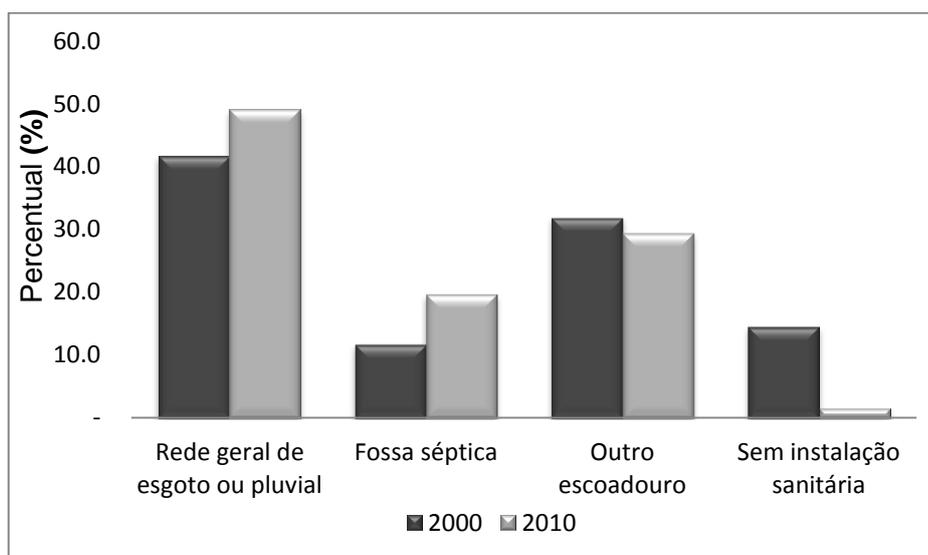
O serviço supracitado também se destaca na parte nordeste de São Luís, a saber, o bairro da Divineia, que apresenta um percentual de mais de 40% de domicílios utilizando este tipo de abastecimento e com resultados expressivos na faixa de 80 a 100% dos domicílios. A porção sudeste do município, que configura o bairro da Cidade Operária e seu entorno, também merece destaque por apresentar elevado percentual de domicílios fazendo uso do serviço “outras formas” para fins de consumo, nessa área a faixa entre 60 a 80% é a que mais se destaca no mapa.

Há de se considerar que os bairros mencionados acima são classificados como “aglomerados subnormais”, de acordo com o censo de 2010, uma vez que a ocupação ocorreu de forma irregular, resultando em locais de moradia que na maioria dos casos são desprovidas de infraestrutura. De acordo com o último censo

dos 1052 setores analisados 232 foram classificados como subnormais, o que representa 22%, IBGE (2010).

Sendo assim, o uso de fontes alternativas de abastecimento ainda é comum em muitas cidades do país. De acordo com a última pesquisa nacional sobre saneamento básico, realizada no ano de 2008, identificou-se 827 municípios no país onde, independentemente da existência de rede geral de abastecimento, ocorreu a distribuição de água por outras formas, ou seja, 15%. Desses 827 municípios 33 apresentaram rede geral de abastecimento inexistente, conforme Rodrigues (2011).

De forma resumida, a situação do esgotamento sanitário em São Luís é representada na Figura 8 através do tipo de esgotamento presente na cidade no período de 2000 a 2010. A partir dela é possível perceber o quão deficiente é a prestação do serviço de esgotamento na cidade, sem apresentar grandes avanços no período avaliado.



**Figura 8:** Evolução do tipo de esgotamento sanitário por domicílios em São Luís nos anos de 2000 e 2010.

Fonte: Adaptado de IBGE 2000 e 2010.

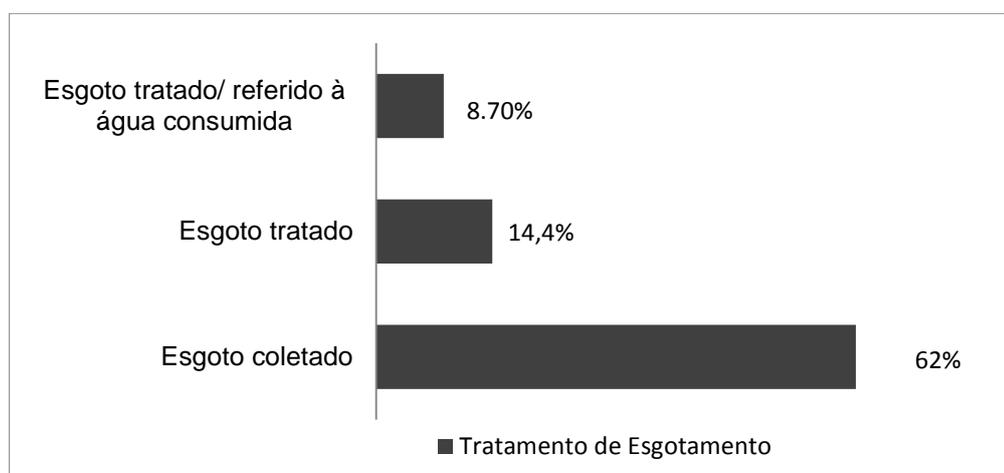
De acordo com a Figura 8, “rede geral de esgoto ou pluvial” é o tipo de esgotamento mais utilizado pelos domicílios da cidade, cerca de 49% conforme o último levantamento realizado pelo Censo/IBGE no ano de 2010. Considera-se que no período de dez anos houve um aumento na oferta deste serviço equivalente a 7,5%.

O segundo tipo de esgotamento mais utilizado (29,5% em 2010) é “outro escoadouro”, que inclui: fossa rudimentar, vala, rio ou lago. Mesmo se tratando de uma solução sanitária inadequada, sua redução foi de apenas 2,5% nos 10 anos avaliados. A “fossa séptica”, que representa 20% de domicílios no ano de 2010, apresentou um aumento de sua implementação em 8%.

Destaca-se como positiva a expressiva redução do número de domicílios que não possuíam instalações sanitárias, passando de 15% no ano 2000 para 1,6% dos domicílios em 2010.

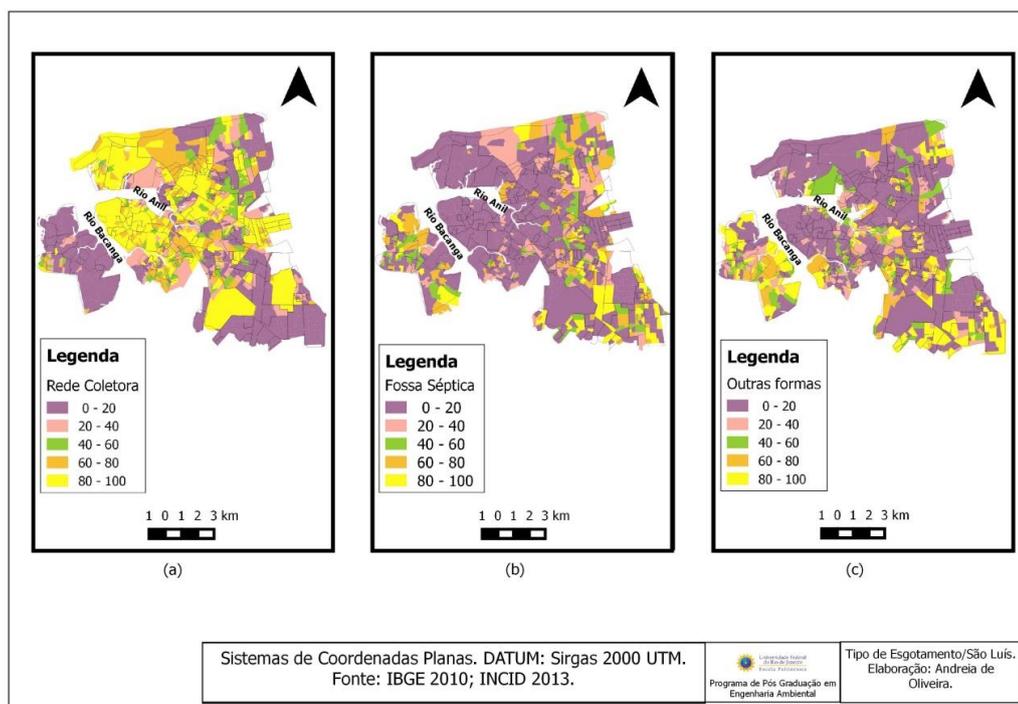
Considerando a capacidade atual das ETEs em operação, e confrontando-a com a rede geral de esgoto ou pluvial apresentada na Figura 8, pode-se afirmar que o esgoto doméstico coletado neste sistema não é integralmente conduzido às unidades de tratamento implantadas. Com isso, os índices de contaminação dos corpos d’água são ainda mais comprometedores, contribuindo de forma ativa para a degradação dos rios na Ilha do Maranhão que também são utilizados como mananciais de abastecimento.

As informações representadas na Figura 9 corroboram o parágrafo acima, uma vez que, descrevem os percentuais de tratamento de esgoto na cidade, onde o tratamento não passa dos 15%, percentual mais baixo da região nordeste, e o Índice de esgoto tratado referido à água consumida é de 8,77%, enquanto se coleta 62% dos esgotos da cidade.



**Figura 9:** Percentual de Tratamento e coleta dos esgotos em São Luís no ano de 2015. Fonte: Adaptado de SNIS (2017).

Através da Figura 9 é possível verificar a distribuição espacial da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário em São Luís a partir do quantitativo destes serviços nos domicílios da cidade. Através do mapa fica evidente que o esgotamento sanitário apresenta menor abrangência municipal em relação ao abastecimento.



**Figura 10** : Percentual dos domicílios quanto ao tipo de esgotamento sanitário. Fonte: Elaboração própria.

Analisando o mapa expresso na Figura 10, observou-se que em uma parte da porção central do mapa de rede coletora, os bairros próximos à margem esquerda da bacia do rio Anil, a saber, bairros do Renascença, Centro e Monte Castelo, apresentam uma melhor infraestrutura de esgoto com presença de rede coletora ou pluvial que representa uma faixa de 60 a 80% e 80 a 100% dos domicílios.

A adoção de soluções alternativas, como fossa séptica, é visível em boa parte da área de estudo, mas de forma discreta e dispersa. O uso dessa alternativa é mais comum na parte sudeste em uma pequena porção do bairro da Cidade Operária e a nordeste do município no entorno do bairro Turú. O percentual de domicílios que utilizam este tipo de serviço está, em sua maioria, na faixa de 0 a 20%.

No que corresponde ao uso de “Outras formas”, nota-se que esta prática se faz fortemente presente nos bairros pertencentes à bacia do rio Bacanga, área comumente conhecida como Itaqui-Bacanga, que engloba 51 bairros da capital com destaque para o bairro do Anjo da Guarda. Com respaldo pelas informações

levantadas, entende-se que a maioria dos domicílios desta área apresenta deficiência quanto ao serviço de esgotamento, configurando situação precária, uma vez que, a rede coletora de esgoto é praticamente inexistente na bacia e apenas 0 a 20% dos domicílios contam com o serviço.

Situação similar é observada no entorno do bairro do Coroadinho (margem direita do rio Bacanga), onde o percentual do serviço de saneamento por outras formas é expressivo alcançando a faixa de 80 a 100% dos domicílios.

Na porção sudeste da cidade a situação também é crítica, pois em bairros como: Cidade Olímpica, Santa Clara e Janaína e seus entornos a cobertura por rede coletora de esgoto contempla um número baixo de domicílios. Nesta área, o percentual predominante está na faixa de 80 a 100% dos domicílios que fazem de “outras formas” uma prática convencional de esgotamento.

Dessa forma, soluções alternativas, como a fossa séptica, adotada para suprir a inexistência dos serviços de esgotamento, está longe do desejável, apesar de minimizar o lançamento de esgoto *in natura* em valas a céu aberto, fossas secas e em corpos d’água, o que ameniza os impactos ambientais decorrentes da falta de rede coletora de esgoto.

A prática de esgotamento inexistente, inadequada ou ineficiente totaliza, em 2010, 51,1% dos domicílios de São Luís. Ao considerar a elevada população residente no município, que convive com a formação de valas, esgoto a céu aberto e água poluída, pode-se prever o elevado grau de contaminação do ambiente decorrente e a proliferação de patógenos.

Vale ressaltar que na área correspondente à bacia do rio Anil há presença de “setores subnormais” com a instalação de palafitas desprovidas de qualquer tipo de infraestrutura sanitária. Tal fato chama a atenção, pois nessa região o percentual de domicílios com rede coletora de esgoto está em sua maioria na faixa de 80 a 100%. Mas mesmo com este percentual de rede coletora a bacia encontra-se degradada, uma vez que é uma área adensada, responsável pela geração de esgoto doméstico em escala exponencial, sendo despejado *in natura* no rio, comprometendo a qualidade das suas águas.

Segundo Silva *et al.*, (2014) ao analisarem os parâmetros físicos e químicos da bacia do rio Anil, constatou-se que os níveis de oxigênio dissolvido (OD) não satisfazem os padrões estabelecidos pela Conama 357/2005, pois apresenta valor

crítico, igual a 2,23 mg.L<sup>-1</sup> indicando características de um ambiente de hipóxia, além disso, os autores ainda ressaltam a alta concentração de nitrogênio amoniacal. Tal situação é reflexo do baixo índice de tratamento dos esgotos lançados.

Algo similar ocorre ao longo da bacia do rio Bacanga que sofre com intenso processo de urbanização, recebendo carga potencial de esgoto e resíduos sólidos ao longo do ano. Associado a isso, o rio Bacanga passou por transformações quanto a sua característica hidrológica, com a construção de uma barragem e também sofre com desmatamento e extração mineral (barro e rocha).

Em estudo realizado por Macedo (2011) constatou-se que a situação de um terço das águas na Ilha do Maranhão sofre com intensa contaminação. Os rios da Ilha recebem em torno de 3 a 5 m<sup>3</sup>/s de esgoto *in natura* por uma população que corresponde a mais de um milhão de habitantes, isso significa que a poluição compromete os mananciais cuja vazão média dos rios é da ordem de 10 m<sup>3</sup>/s, enquanto o consumo para fins de abastecimento para os diversos usos é da ordem de 3,5 m<sup>3</sup>/s.

Nesse contexto Philippi Jr e Malheiros (2005) chamam a atenção para a escassez de água ocasionada pela poluição dos recursos hídricos, fato que compromete o abastecimento e até mesmo influencia de forma direta na saúde da população.

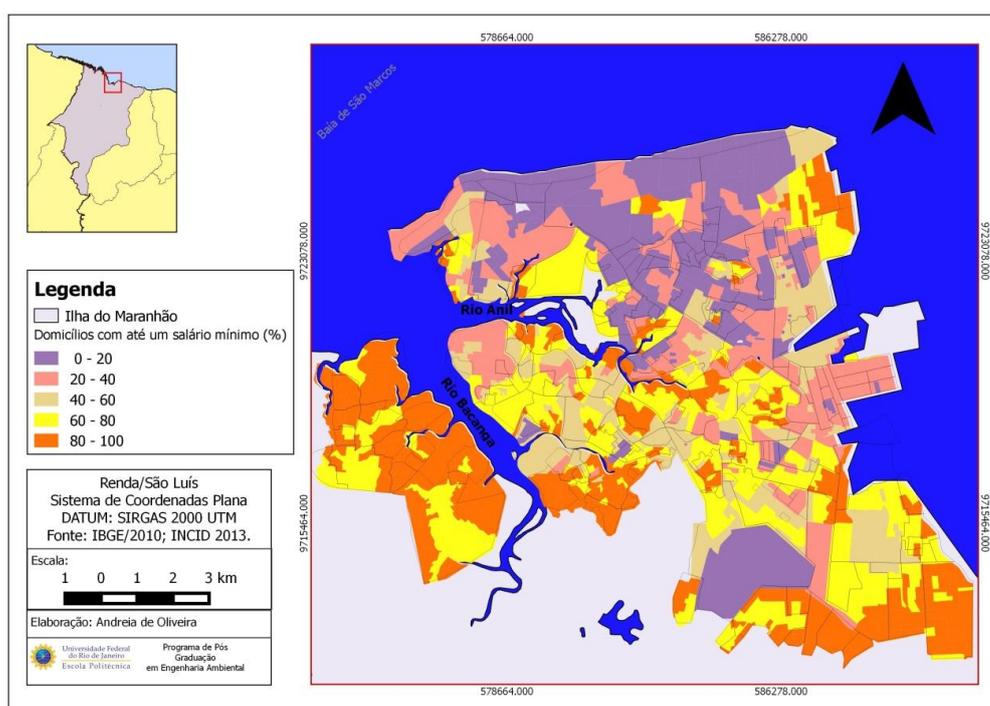
Vale enfatizar que o percentual de domicílios atendidos por rede de abastecimento de água e o percentual de domicílios servidos por esgotamento sanitário adequado são indicadores de ambiente saudável ou não.

Sendo assim, a OMS (2015) associa a deficiência de saneamento básico como um “risco tradicional” à saúde da população, sendo este muito mais recorrente em populações de baixa renda, e em conjunto com outros fatores de risco, como a subnutrição e a higiene imprópria é vista como uma realidade percebida nas regiões supracitadas onde há problemas na distribuição de água e precariedade em esgotamento sanitário. Heller e Teixeira (2005) complementam ao assegurar que a mortalidade por doenças diarreicas agudas, principalmente em crianças, são doenças típicas da pobreza.

Em São Luís as condições socioeconômicas associadas às condições sanitárias são fator relevante à ocorrência de DRSAI. A proliferação de organismos patogênicos com a presença do hospedeiro intermediário nas coleções hídricas é

mais propícia em ambientes carentes de infraestrutura sanitária, realidade que se dá nos bairros da periferia da cidade.

A Figura 11 representa a distribuição espacial da renda por domicílios resultando no panorama socioeconômico da população de São Luís tomando como referência o percentual de domicílios com renda de até um salário mínimo.



**Figura 11:** Percentual dos domicílios cuja renda é até um salário mínimo.

Fonte: Elaboração própria.

O mapa de distribuição espacial da renda, Figura 11, revela a desigualdade social presente na área de estudo. É importante atentar que esta desigualdade social é uma característica marcante em todo território brasileiro, onde geralmente áreas com percentual elevado de renda tendem a apresentar melhores coberturas de serviços básicos, como saneamento e serviços de saúde.

Perceber-se que a representação da renda por domicílios corrobora as informações relatadas ao longo do estudo, pois a grande maioria dos domicílios identificados com até um salário mínimo estão localizados nas áreas onde a cobertura por serviços de saneamento, em especial, esgotamento sanitário é precária, ou seja, esta é a mesma população sub atendida com saneamento.

De acordo com o IBGE (2010), população pobre é aquela com renda mensal de até R\$ 134,00. Segundo dados de Brasil (2013), o modelo de urbanização

brasileiro produziu nas últimas décadas, cidades caracterizadas pela fragmentação do espaço e pela exclusão social e territorial. O crescimento periférico associado à profunda desigualdade entre as áreas pobres, desprovidas de toda a urbanidade, e as áreas ricas, nas quais os equipamentos urbanos e a infraestrutura se concentram, aprofundam essas características.

De fato, o município de São Luís apresenta divergências quanto às dimensões relacionadas às questões sanitárias, onde algumas áreas são contempladas de forma integral ou parcial com serviços de saneamento, enquanto em outras não há o mínimo de infraestrutura.

Esta situação vai contra ao que preconiza a legislação que determina diretrizes nacionais para saneamento básico, Lei nº 11.445/2007, que assegura serviços de saneamento à população em geral através do princípio da universalidade e também diretrizes que visam à prioridade para ações que promovam equidade social e territorial no acesso ao saneamento. De acordo com os resultados obtidos, observa-se que as contradições são visíveis e o princípio da equidade, que representa igualdade na constituição federal, perde força quanto ao significado da palavra, uma vez que o país e conseqüentemente a cidade de São Luís, é caracterizada por desigualdades de âmbito regional, social e econômico.

Os bairros localizados na bacia do rio Bacanga; na porção sudeste da área de estudo - Cidade Operária e seu entorno; e uma parcela dos bairros da bacia do rio Anil, como Liberdade e Alemanha apresentam os mais baixos percentuais de renda. Dentre estes bairros cabe destacar a área Itaqui-Bacanga: Vila Embratel, Sá Viana, Vila Nova, Alto da Esperança, entre outros se destacam, apresentando os piores indicadores de saneamento e os indicadores mais baixos de renda, já que todos os domicílios da área possuem renda de até um salário mínimo.

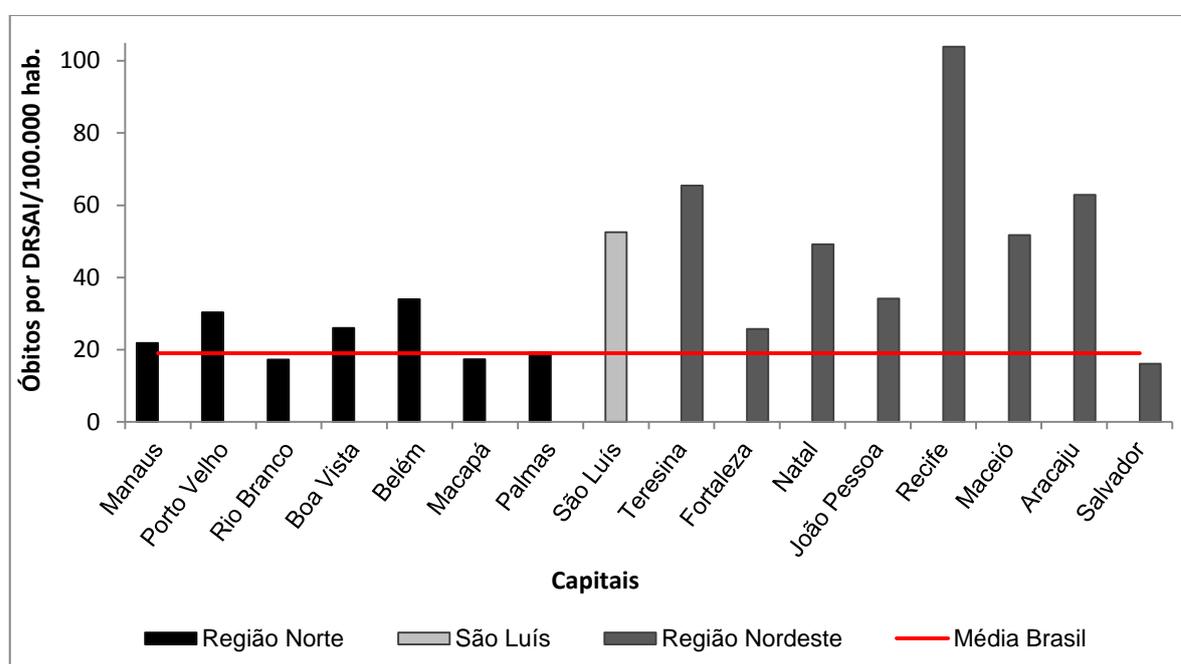
Já na porção norte do município, nos bairros próximos a orla marítima, como Ponta d'Areia, Calhau e Ponta do Farol configuram-se bons indicadores de saneamento, conforme Figura 7 e 9, uma vez que apresentam um percentual na faixa de 80 a 100% dos domicílios, associado a estes existe o indicador de renda apresentado na Figura 11 que destaca as menores faixas percentuais de 0 a 20% dos domicílios.

Entende-se que apesar dos impactos negativos ocasionados pelo déficit dos serviços de saneamento básico atingir em maior proporção as populações menos

favorecidas, os problemas não permanecem apenas na delimitação de um espaço prejudicado, mas afetam a sociedade como um todo. O melhor seria, se a cobertura dos serviços fosse universal, entretanto para que isso seja real, especialmente, em São Luís é necessário intensos esforços na ordem municipal e estadual para que se estabeleça um trabalho efetivo apoiado por políticas públicas que atendam aos anseios das características da cidade em prol do ordenamento territorial e consequentemente melhora dos indicadores.

## 6.2 OCORRÊNCIAS DE DRSAI COM BASE NAS INFORMAÇÕES DO DATASUS E VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA DE SÃO LUÍS.

Com base nas informações exibidas na Figura 12, observa-se de maneira específica a situação de saúde nas capitais da região Norte e Nordeste do Brasil explicitada através do número óbitos por DRSAI a cada 100.000 habitantes, assim como a média de óbitos por DRSAI no Brasil no período de 2006 a 2014.



**Figura 12:** Óbitos por DRSAI por 100.00 hab. no período de 2006 a 2014.  
Fonte: Adaptado de DATASUS, 2016.

As informações representam um panorama das ocorrências das DRSAI, onde, a maioria das capitais está acima da média de óbitos por DRSAI no Brasil e

apenas, três capitais do Norte - Rio Branco, Macapá, Palmas e uma capital do Nordeste - Salvador, encontram-se abaixo desta média de óbitos.

A capital São Luís, inserida no contexto da região Meio Norte<sup>12</sup> do país definição estabelecida pelo IBGE até o ano de 1970, se destaca na Figura 12 por apresentar marca significativa de óbitos por DRSAI, o que representa, aproximadamente, três vezes o número de óbitos da média Brasil que é de 19 casos a cada 100.000 hab.

As capitais que apresentaram maior número de registros foram Belém e Porto Velho com 34 e 30,3 de casos respectivamente para cada 100.000 hab. Sobre o quantitativo demográfico, Belém apresenta uma população três vezes maior que Porto Velho que possui um pouco menos de meio milhão de habitantes o que esboça uma necessidade urgente na atenção ao saneamento.

Quando analisadas as condições de saneamento básico na capital Belém, observa-se que a cidade apresenta os piores índices do país, principalmente, em esgotamento sanitário onde 68% da população têm instalação sanitária adequada e 75% acesso à rede pública de fornecimento de água, destaca-se ainda que 54,5% da população do município residem em local cujo saneamento básico é precário ou ausente (CONDE *et al.*, 2013 e IBGE 2010).

Já na cidade de Boa Vista, a cada 100.000 habitantes da cidade, 26 foram a óbito por conta de DRSAI e em Manaus ocorreram 22 óbitos, conforme Figura 12. A quantidade de registros nas duas cidades assume valores bem próximos, mas é importante frisar que a capital do estado de Roraima conta com um contingente populacional de 284.313 habitantes, em contra partida em Manaus a população é de aproximadamente 2 milhões de habitantes.

Estes dados permitem vislumbrar a realidade sanitária das duas cidades, em Boa Vista fica claro que há uma deficiência grave no setor do saneamento e que de certa forma, a qualidade da água pode ser um elemento fundamental que compromete a saúde da população desta cidade e até mesmo do estado.

Um dos principais componentes da paisagem e da vida na Amazônia é a água. Esta região caracterizada pela existência de inúmeros rios, furos e igarapés, é também a fonte de subsistência de grande parte da população que vive às margens destes cursos d'água extraindo e manejando os

---

<sup>12</sup> Uma grande área de transição de biomas entre as regiões Norte e Nordeste do Brasil. Nela, encontra-se o estado do Maranhão que se localiza na extremidade ocidental da Região Nordeste e extremo leste da bacia Amazônica.

recursos florestais e aquáticos, de onde provêm o seu sustento. Entretanto, apesar da abundância de água na região, a qualidade dos ecossistemas aquáticos vem se constituindo um grave problema ambiental devido a falta de infraestrutura sanitária, poluição por despejos domésticos, e outros resíduos, e conseqüentemente a redução da qualidade de vida da população amazônica (...) fica propensa a produção de doenças de veiculação hídrica constituindo-se em obstáculos para a melhoria de vida e desenvolvimento da região, (PEREIRA *et al.*, 2014).

Em Palmas, Macapá e Rio Branco os registros estão entre 17 a 19 casos de óbitos para 100.000 hab., ou seja, estão abaixo da média do Brasil. Dentre estas, Palmas apresentou maior número de casos e tem a menor população entre as capitais da região Norte com pouco mais de 200.000 hab., todavia as duas outras capitais possuem baixa densidade populacional.

O cenário sanitário nestas três cidades é muito parecido, a saber, na capital Macapá, índices muito baixos da cobertura de serviços de saneamento compõem a realidade da cidade. O abastecimento de água ocorre em apenas, 56,4% das residências e o esgotamento sanitário tem percentual de atendimento de 6% ocorrendo um déficit de 94%, uma vez que a maioria da população dispõe de sistema de coleta alternativa e individual (fossa séptica ou fossa negra) (IBGE, 2010 e SANTOS, 2012).

No que tange as capitais da região Nordeste sobre óbitos por DRSAI, o número de registros levantados é espantoso, principalmente quando comparado ao contingente populacional das cidades.

De acordo com a Figura 12 as capitais que apresentaram maior número de casos de doenças, entre 100 e 50 registros de DRSAI, são: Recife, Teresina, Aracajú, São Luís e Maceió. Estas se diferenciam em diversos aspectos, um deles é quanto à densidade populacional, pois Recife e São Luís são mais populosas com um contingente de mais de um milhão de habitantes.

As demais capitais como: Fortaleza, João Pessoa, Natal e Salvador apresentaram registros entre 49 e 16 casos, neste grupo Salvador se destaca por ser a capital do Nordeste e Norte que registrou menor número de casos de óbitos por DRSAI e está abaixo da média de registros do Brasil. Além disso, esta capital apresenta os melhores indicadores de saneamento da região, com coleta e tratando de esgoto na ordem 98% e o atendimento urbano de água com 92% (SNIS, 2017).

Ao analisar a densidade populacional destas cidades percebe-se a grande diferença deste contingente, e fica claro que a ocorrência das DRSAI não está

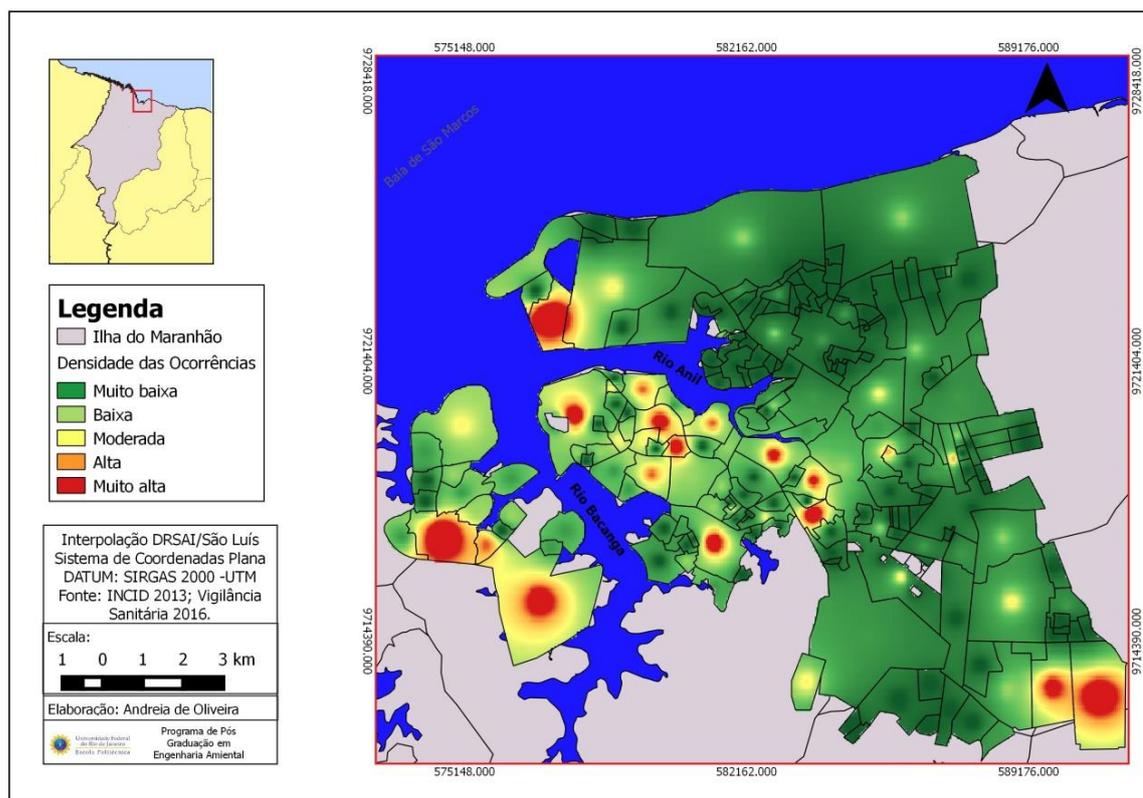
isolada às médias e pequenas cidades e também não é um problema restrito das grandes cidades, mas sim algo generalizado, consequência das condições estruturais as quais a população está exposta.

A capital Recife apresenta o maior número de registros de DRSAI, mais precisamente 103,9 casos a cada 100.000 hab. para uma população de um pouco mais de um milhão e meio de habitantes. A alta incidência de casos das doenças em questão pode ser reflexo da situação sanitária da capital.

O estudo de Silva *et al.*, (2011) relata que, embora existam estações de tratamento de esgoto na cidade de Recife, ainda é comum o lançamento de efluentes nos cursos d'água, pois algumas destas estações encontram-se desativadas ou com baixa eficiência. Os autores também identificaram que o ambiente insalubre das águas do rio Capibaribe vem provocando impactos ambientais principalmente relativos à saúde pública transmitindo doenças através do consumo direto (ingestão, banho etc.) ou indireta (lavagem das leguminosas, frutas, etc.).

Já em Teresina, Aracajú, São Luís e Maceió os registros estão na faixa entre 65 e 51 casos para 100.000 hab. Destas capitais, São Luís é mais populosa com cerca de um milhão de habitantes, enquanto Maceió, Teresina e Aracaju possuem uma população acima de quinhentos mil habitantes, o que sinaliza situação precária nos serviços de saneamento, já que o número de registros é bastante significativo.

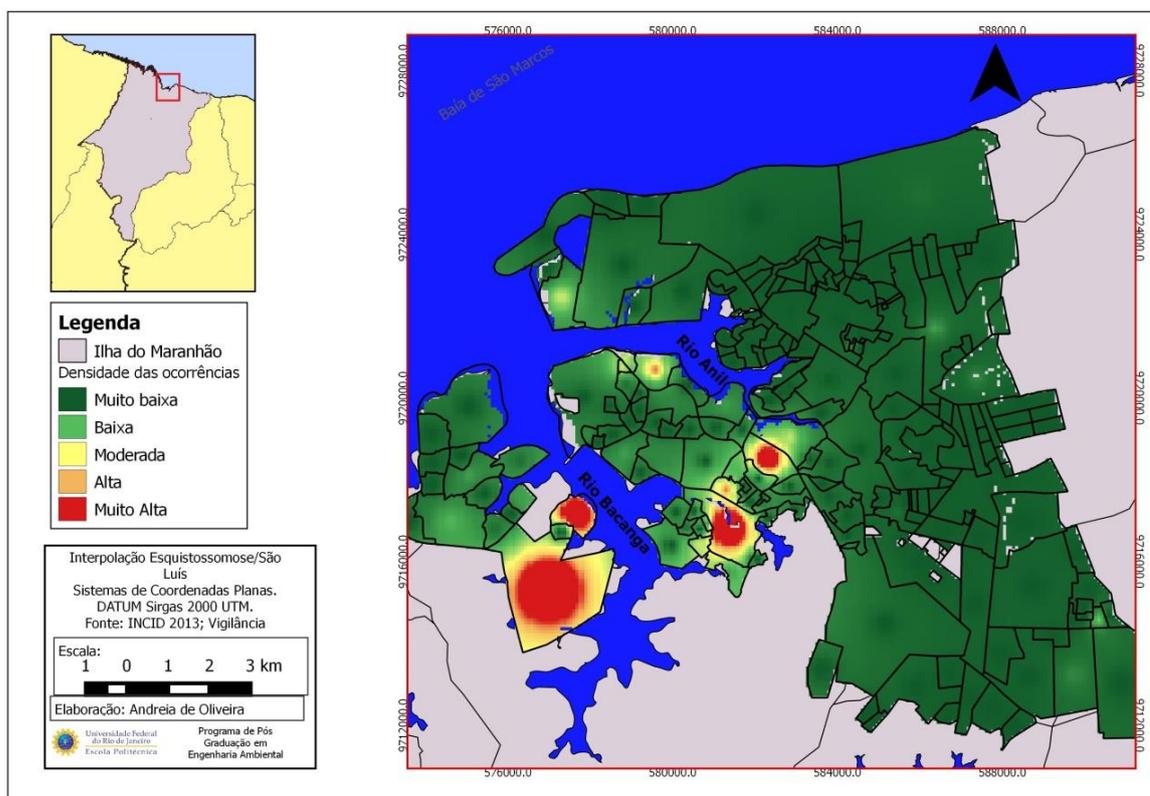
Sendo assim, com base nos dados de saúde sobre a cidade de São Luís, os mapas das Figuras 13 e 14, produzidos a partir do método de interpolação, ressaltam a distribuição dos eventos e exibem a concentração de pontos referentes a óbitos por DRSAI e morbimortalidade por Esquistossomose respectivamente. A ordem que a distribuição dos pontos obedece é a mesma, mas contempla com mais clareza as áreas que precisam de intervenções.



**Figura 13:** Densidade dos casos de DRSAL de 2006 a 2014.  
 Fonte: Dados da Pesquisa.

Identificaram-se casos distribuídos em quase toda a cidade, entretanto, as maiores densidades com ocorrências de óbitos por DRSAL podem ser observadas na Figura 13 enquanto os dados de morbimortalidade de esquistossomose, na Figura 14. A maioria dos casos ocorreu na porção oeste e sudoeste da cidade, mais precisamente nas bacias dos rios Bacanga e Anil (margem esquerda do rio). Outros eventos significativos ocorreram na porção sudeste de São Luís, já as demais áreas apresentaram baixa concentração.

As densidades dos eventos expressas a partir dos padrões de pontos de dados resultaram em manchas que retratam a incidência das doenças na área de estudo. Onde se observa densidade de ocorrência muito alta, significa que aquela localidade merece uma maior atenção, pois ali os pontos formam um aglomerado, que no caso deste estudo representam que ocorreram óbitos por DRSAL e morbimortalidade de esquistossomose.



**Figura 14:** Densidade dos casos de morbimortalidade por esquistossomose de 2006 a 2012. Fonte: Dados da Pesquisa.

Na bacia hidrográfica do rio Bacanga é visível uma quantidade considerável de manchas, principalmente na área Itaqui–Bacanga. A área Itaqui-Bacanga, apresenta graves problemas relacionados ao saneamento básico com baixos índices de abastecimento de água e esgotamento sanitário, como foi confirmado neste estudo.

Nesse contexto, destacam-se os bairros do Anjo da Guarda e Vila Embratel, por apresentarem resultados significativos que implicou em manchas vermelhas configuram densidade muito alta de ocorrências de DRSAl. O bairro do Coroadinho (margem direita do rio Bacanga) também se destaca nas duas figuras, todavia na Figura 13 a densidade é maior, já o bairro do Centro presente na margem direita do rio Bacanga a densidade é muito alta na Figura 13, no entanto o mesmo não se aplica na Figura 14 onde a densidade é muito baixa.

Nesse sentido, entende-se que as manchas presentes na Figura 13 não se repetem na Figura 14 na mesma proporção, dimensão e até mesmo nas mesmas localidades devido à localização dos bairros e influência que estes recebem das bacias hidrográficas.

Entende-se que as condições estruturais, a saber, a existência de uma barragem, na área da bacia do rio Bacanga, pode favorecer a presença de moluscos no local. Isso ocorre, pois, a barragem interfere na dinâmica fluvial e conseqüentemente na salinidade da água deste rio, uma vez que, a água é retida por um determinado tempo (irregular) o que impede o contato com águas de maior índice de salinidade. Vale considerar que estas águas são renovadas, apenas, com a abertura das comportas.

No rio Anil as condições físicas parecem não favorecer a presença do molusco intermediário, pois o regime hidrológico deste rio é intensamente influenciado pelas águas do oceano que avançam de forma pronunciada pela calha estuarina, inundando periodicamente a ampla planície flúvio-marinha. Esta dinâmica pode estar exercendo influência na salinidade do rio, uma vez que pesquisas realizadas por (GERCO, 1998; SILVA *et al.*, 2014) na bacia mencionada e na bacia do Bacanga revelou que a salinidade no rio Anil encontra-se acima do limite de detecção.

Sendo assim, o maior número de casos de esquistossomose pode ter ocorrido na área Itaqui-Bacanga devido às condições físicas, pois de acordo com Guimarães (2010) o habitat do molusco (hospedeiro intermediário) infectados pelo *S. mansoni* é um ambiente com baixa salinidade, dulcícola, de coleções hídricas naturais (lagoas, riachos, córregos, pântanos) e artificiais (canais de irrigação, valas de esgoto a céu aberto e pequenas poças), com bastante matéria orgânica, pouca turbidez e boa insolação.

Em 2012 foram confirmados 1.166 casos da doença no estado do Maranhão, com percentual de positividade de 5,93% (BRASIL, 2014). Em São Luís, o foco da doença é encontrado, principalmente, nos bairros periféricos da cidade.

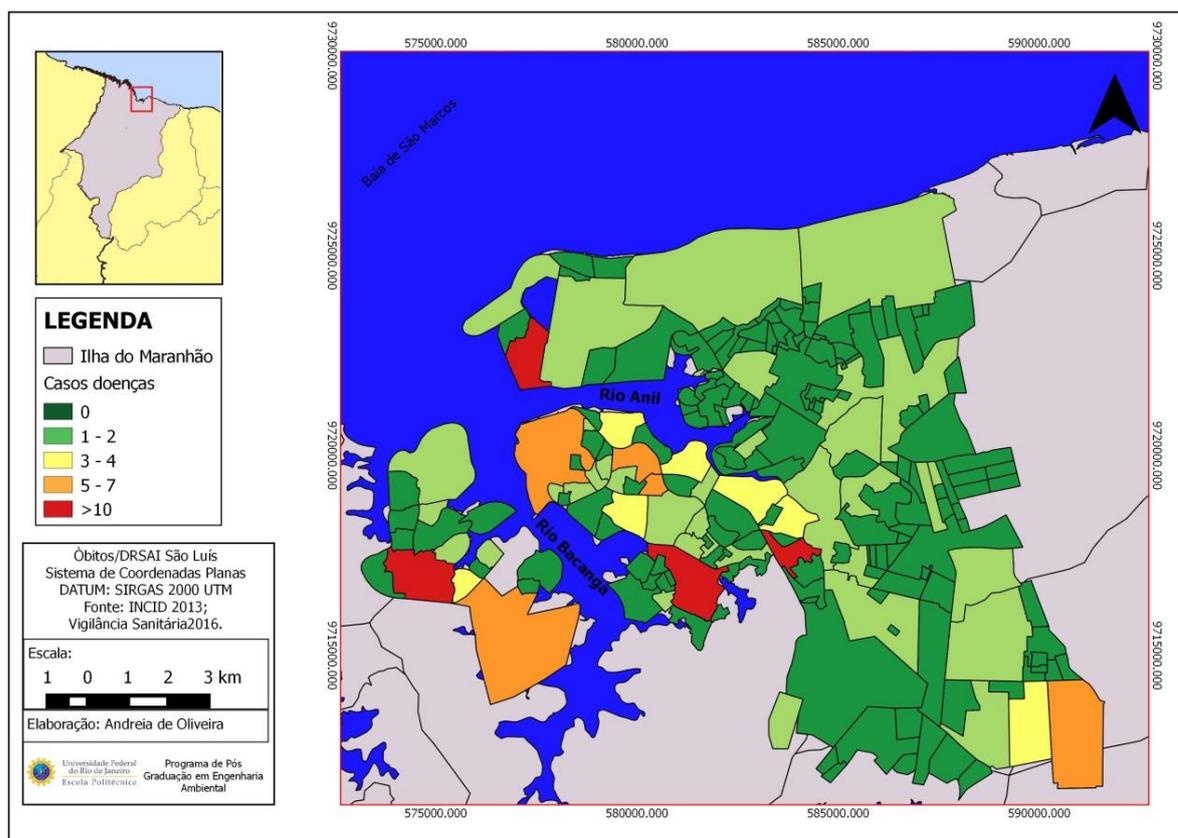
Em locais onde o abastecimento de água e o esgotamento sanitário são precários as pessoas buscam vias alternativas como forma de suprir suas necessidades e utilizando as coleções hídricas dulcícolas para realizar tarefas do cotidiano, a saber: lavar roupas e utensílios; práticas de lazer e até mesmo tomar banho correm o risco de se contaminar. Haja vista que rios, lagoas e represas com alto grau de poluição e com presença de larvas cercarias liberadas pelo hospedeiro intermediário também são utilizados em atividades como a pesca.

Já nos bairros que compõem a bacia do rio Anil, mais precisamente os que estão localizados à margem esquerda do rio, a situação é um tanto quanto problemática, pois o que se observa é um aglomerado de manchas vermelhas de circunferências variadas em alguns bairros, conforme Figura 13. Já no mapa referente à esquistossomose, Figura 14, a representação não é a mesma, pois pouquíssimos bairros apresentaram manchas tão evidentes.

Na bacia supracitada destacam-se o bairro do São Francisco, a noroeste do mapa e os bairros da Liberdade, Alemanha, Vila Palmeira, Santa Cruz, Santo Antônio e Apeadouro, localizados à margem esquerda do rio Anil, por apresentarem resultados expressivos no tocante a óbitos por DRSAI. Para esta bacia cabe destacar o bairro do São Francisco, onde a mancha vermelha tem raio superior às demais, Mendes (2008) ressalta que a ocorrência de DRSAI no bairro referido é bastante significativa, mas que tem sofrido redução por conta da intensificação do trabalho realizado pelas equipes de Estratégia de Saúde da Família na capital.

Também merecem destaque os bairros da Cidade Olímpica e Vila Janaina (estão do entorno do bairro da Cidade Operária), localizados na parte sudeste da cidade, um tanto afastado da área central. Nestes bairros, assim como nos demais destacados, as características socioeconômicas são desfavoráveis e quando associadas às condições de vida, como a higiene da população, a situação se torna mais grave.

Na Figura 15 e 16 seguem os mapas coropléticos, neles é possível notar de forma peculiar, impactos da ineficiência ou falta dos serviços de saneamento na cidade em estudo, estes mapas são frutos dos mesmos eventos exposto nos mapas de interpolação exibidos anteriormente, mas desta vez distribuídos no espaço por casos/bairros contemplando uma análise quantitativa.



**Figura 15:** Casos de óbitos por DRSAL de 2006 a 2014. Fonte: Dados da Pesquisa.

Através do mapa temático da Figura 15 observa-se a heterogeneidade da distribuição espacial dos casos de DRSAL na capital São Luís. No período avaliado que vai de, 2006 a 2014, houve um total de 269 óbitos confirmados, entretanto, uma fração considerável dos casos concentra-se nas áreas mais carentes, pertencentes às duas bacias hidrográficas.

O maior número de registros foi identificado nos bairros do Anjo da Guarda, Coroadinho, Santo Antônio e São Francisco, cerca de 10 a 14 óbitos.

Com exceção do bairro do São Francisco, os demais apresentam características bastante peculiares em relação aos indicadores de saneamento e sociais, sendo estes considerados ruins. Todavia no São Francisco os indicadores são regulares para bom, mas a região passou por processo de fragmentação física na totalidade do bairro dando origem a comunidade da Ilhinha que tem características sanitária e social similares aos bairros citados e isso pode ter contribuído para número alto de registros no local.

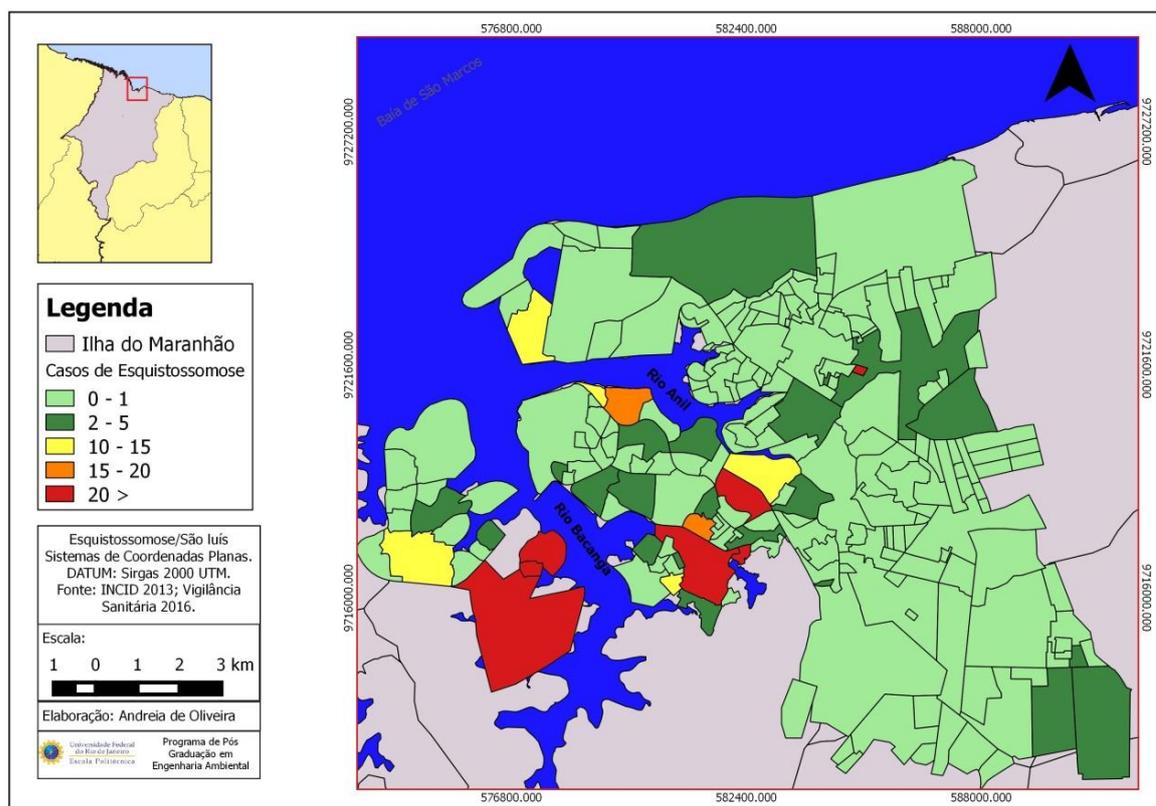
Já no Centro, Vila Embratel, Cidade Olímpica, Monte Castelo e Apeadouro identificaram-se registros em torno de 8 a 10 casos de óbitos. E na Vila Isabel, Bairro

de Fátima, Liberdade, Alemanha, Vila Palmeira, Santa Cruz, Vila Janaina com 5 a 7 óbitos. Além desses, outros bairros também apresentaram casos, mas em menor quantidade e em uma minoria não houve registros.

Como fora mencionado, os bairros em questão apresentam indicadores sociais e saneamento nada satisfatórios, estes indicadores são refletidos nas condições de vida da população. Um fato importante a considerar é que os mesmos bairros destacados aqui já haviam sido investigados. Estudos anteriores avaliaram o número de notificações por diarreia no município de São Luís, no período avaliado levantou-se um total de 24.512 ocorrências em apenas um ano, conforme Mendes (2008). Tais informações corroboram ainda mais o que vem sendo frisado ao longo deste estudo e nos respalda em afirmar que poucas mudanças ocorreram até os dias atuais.

Considera-se também o problema da falta d'água por ser mais severo para populações de baixo poder aquisitivo, sendo este um problema recorrente na cidade de São Luís. "Os grupos desfavorecidos têm menos recursos para lidar com a escassez de água devido à sua menor capacidade econômica e são os mais afetados, especialmente da perspectiva da saúde" (HELLER, 2015).

No contexto da distribuição da esquistossomose a realidade não é muito diferente, o que se percebe é uma concentração maior da doença em algumas localidades, conforme Figura 16. Na capital, ao todo foram registrados 535 casos de morbimortalidade no período de 2006 a 2012, sendo que a maioria esteve concentrada nos bairros do Sá Viana, Jambeiro, Vila Embratel, Coroadinho, Salinas Sacavém, Barreto e Residencial Primavera (Turú).



**Figura16:** Casos de morbimortalidade de Esquistossomose de 2006 a 2014. Fonte: Dados da Pesquisa.

Assim como na Figura 15, os bairros localizados na área Itaqui–Bacanga apresentaram registros significativos que indicam que a região necessita de atenção especial.

No bairro da Vila Embratel (Itaqui-Bacanga) a situação é mais grave, este sobressai por ter registrado 114 casos de morbimortalidade de esquistossomose. Tal afirmação é reforçada por Carvalho (2014) quando destaca que o maior número de casos de infectados pelo *S. mansoni*, agente etiológico da esquistossomose, está entre pessoas residentes nas áreas do Distrito Itaqui-Bacanga e Coroadinho. Além disso, Ramos (2007) revela que em análise de caramujos no ano de 2006 e 2007, detectou-se 317 moluscos infectados de 531 examinados, ou seja, o equivalente a 60%.

Segundo Ramos, *et al.*, (2007) em locais onde o abastecimento de água e o esgotamento sanitário são precários as pessoas buscam vias alternativas como forma de suprir suas necessidades e utilizam coleções hídricas dulcícolas de qualidade duvidosa para realizar tarefas do cotidiano.

Haja vista que, atividades como a pesca em rios, como o Bacanga, lagoas e represas, com alto grau de poluição e com presença de “larvas cercarias” liberadas pelo hospedeiro intermediário da *S. mansoni*, representam, um risco para a saúde dos pescadores que trabalham nessas águas e também para o consumidor dos pescados capturados, configurando assim um problema de saúde pública na cidade de São Luís.

Vale ressaltar que em bairros como, Liberdade, Camboa, Coroado, Bom Jesus, Vila Palmeira, São Francisco e Anjo da Guarda os registros de esquistossomose chegam até 20 casos. E embora esta informação pareça insignificante em relação aos 114 casos mencionado no parágrafo acima, seria uma negligencia desconsidera-la, uma vez que a informação é referente a um dado de saúde importante, que de forma direta alerta que há problemas nas localidades.

Estudiosos como Melo *et al.*, (2001) classificam a esquistossomose como uma endemia rural. Entretanto o que se observou neste estudo é que esta doença está bastante presente no meio urbano da capital São Luís. Sendo assim, o elevado número de casos nos centros urbanos do Brasil, a saber, São Luís, pode estar relacionado ao fenômeno do êxodo rural, que é recorrente na cidade.

Também se considera que em anos anteriores a 2014 o índice de pessoas doentes era extremamente elevado. No tocante a esquistossomose, Carvalho (2014) explica que houve uma queda considerável no número de casos positivos do ano 2000 (1050 casos) para 2012 (13 casos). Ressalta que no último ano mencionado a quantidade de caramujos examinados e de coleções hídricas<sup>13</sup> visitadas foi reduzida, a autora alerta que esse resultado exige maior controle de caramujos e busca ativa de casos nas localidades com prevalência alta de moluscos infectados.

Como exposto no item anterior os resultados chamam atenção para estrutura sanitária dos bairros em geral, ficou evidente que a cobertura em serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto não é integral e em alguns casos é inexistente, como a situação de esgotamento, isso força a população a utilizar águas de fontes duvidosas para realizar as atividades domésticas.

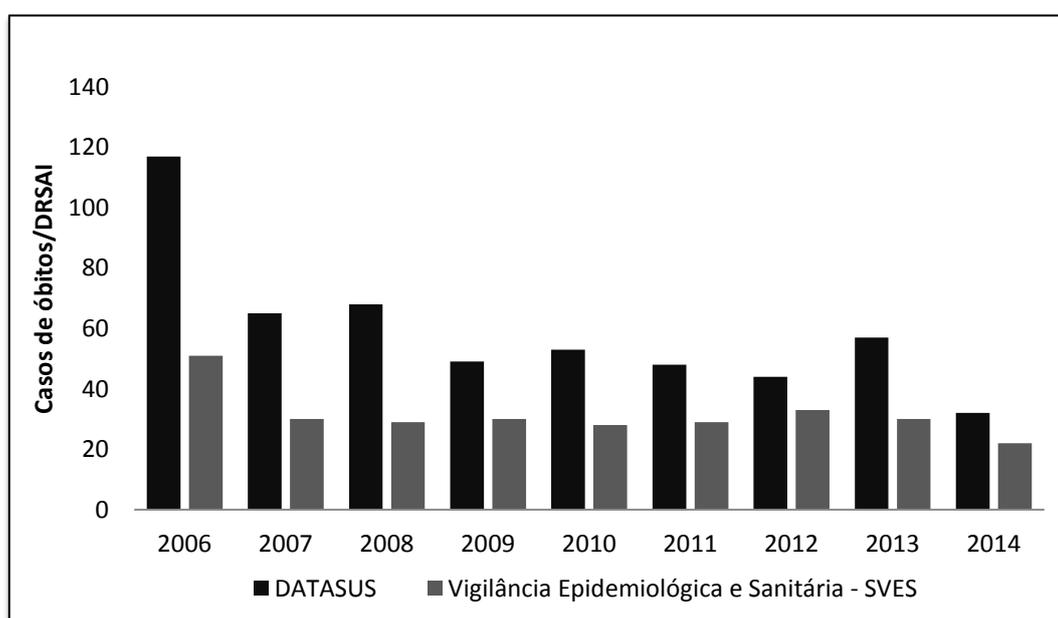
Para que ocorram mudanças na situação que se apresenta, é imprescindível que se faça um panorama sanitário e epidemiológico da cidade, como mostrado

---

<sup>13</sup> Coleções hídricas: naturais (lagoas, riachos, córregos, pântanos); artificiais (canais de irrigação, valas de esgoto a céu aberto e pequenas poças), com bastante matéria orgânica, pouca turbidez e boa insolação (GUIMARÃES, 2010)

neste trabalho, por servir como subsídio na elaboração de planos de ações que impliquem em melhores indicadores. Todavia, cautela e acurácia são elementos fundamentais nas análises das informações, principalmente, no que diz respeito aos dados de saúde, pois geralmente não há conformidade entre os mesmos.

A Figura 17 dispõe de informações da base local e da nacional a cerca do indicador mortalidade no município de São Luís. Nela são exibidos os resultados para os casos de óbitos confirmados por diarreia e gastroenterite no período de 2006 a 2014.



**Figura 17:** Evolução dos casos de óbitos por Diarreia e Gastroenterite em São Luís - MA. Fonte: Adaptado de SIM/DATASUS (2016) e SVES/ São Luís (2015).

Com base nas informações da Figura 17, é notável a diminuição no número de óbitos por diarreia e gastroenterite no município de São Luís ao longo dos anos pesquisados, mas é importante considerar que esses números ainda exigem atenção, principalmente por se tratar de uma enfermidade negligenciada, cujo controle depende da implementação de medidas primárias de saneamento, que são garantidas à população por direito.

O ano de 2006 se destaca com maior número de óbitos registrados. Nesse mesmo ano, a morbidade por DRSAI também apresentou os maiores valores com 1280 internações. Considera-se que as informações sobre internações oscilaram durante o período avaliado apresentando 679 registros em 2007, 1137 em 2008,

1172 em 2010, 447 em 2013 e 805 em 2014. Evidencia-se que a elevação do registro de doença aumenta o risco de morte.

Ao analisar informações obtidas junto à secretaria municipal de saúde através da Superintendência de Vigilância Epidemiológica e Sanitária de São Luís, constatou-se que o número de óbitos por diarreia é visivelmente inferior ao número de óbitos divulgados pela plataforma do Ministério da Saúde–SIM/DATASUS.

Este desencontro ocorre devido à falta de integração entre as informações, uma vez que é visível a divergência nos resultados. Tal divergência pode ser fruto de problemas técnicos presentes na plataforma de um dos sistemas citados ou até mesmo nos dois, outra possibilidade está atrelada à falha humana no momento do preenchimento dos dados adquiridos ou quem sabe na maneira como são salvos os documentos.

Nos estudos realizados por (FARIAS, *et al.*, 2007; MARCELINO, 2010; CARVALHO, 2014) diversas limitações são apontadas quanto ao uso de Sistema de Informação para o monitoramento e supervisão da situação epidemiológica dos agravos em saúde, uma delas foi a defasagem dos dados fruto da demora dos órgãos da esfera local ao repassar estes para o nível central.

Situação similar aconteceu no decorrer deste estudo, quando identificou-se conflito entre dados locais acerca do número de óbitos por diarreia a partir das informações fornecidas pela Secretaria Municipal de Saúde. O número total de óbitos por diarreia não correspondia ao total que havia sido levantado por bairro, havendo uma discrepância entre os mesmos.

Nesse caso, a secretaria retificou o equívoco fornecendo um novo material, mas informou que pode ter sucedido um erro no arquivo e também explicou que o sistema de informação sobre mortalidade trabalha com dois anos para qualificação dos dados e durante esse período podem entrar e/ou sair informações, portanto, os dados dificilmente convergem quando puxados em períodos diferentes.

Dessa forma fica evidenciado que há falhas no sistema de informação de saúde implicando em problemas comuns quanto à confiabilidade dos dados secundários para todo e qualquer estudo que venha a ser desenvolvido em busca de análises fidedignas. Por conseguinte, o cenário epidemiológico em função das DRSAl exposto neste estudo poderia ser ainda pior caso houvesse uma maior confiabilidade, isso desperta preocupação além de maior atenção à situação

retratada. Deste modo, a análise epidemiológica precisa ser amparada por informações acessórias e relacionada ao tema estudado como, neste caso, dados específicos de saneamento.

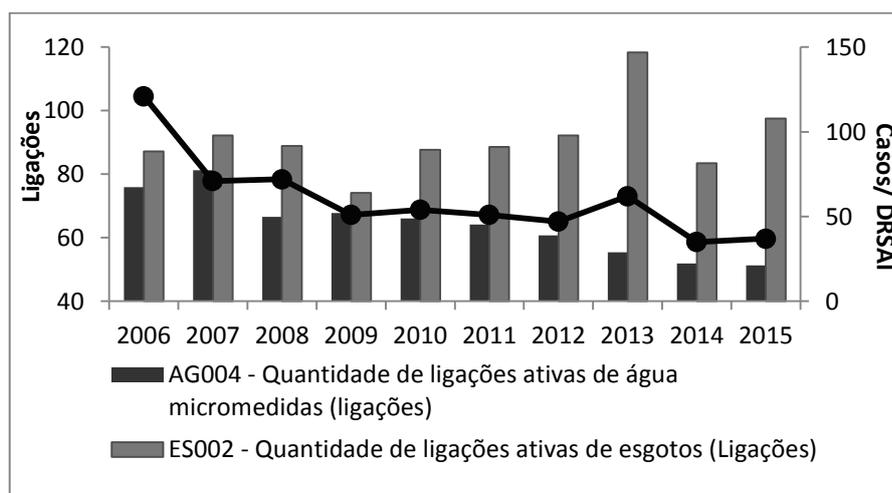
Nesse contexto, vale frisar a necessidade de reformulação nos sistemas de informações de saúde em todas as esferas, a fim de que ocorra a integração dos dados possibilitando avaliações prospectivas que deem atenção à metodologia de coleta de dados sistemáticos, adequada às especificidades do local. Uma nova metodologia desenvolvida para registrar e lançar estes dados e que adote uma padronização poderá subsidiar a construção de um cenário mais assertivo e detalhado dos locais da cidade que mais necessitam de saneamento ambiental.

### 6.3 AVALIAÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA DOS DADOS OPERACIONAIS DE SANEAMENTO.

Os resultados obtidos expressam o histórico dos serviços de saneamento em São Luís e subsidiam a avaliação da relação entre dados operacionais de água, esgoto e saúde. Inicialmente observou-se que as informações sobre água e esgoto apresentam resultados desproporcionais, porém os serviços de abastecimento de água apresentam uma situação menos desfavorável quanto aos serviços de esgoto.

#### **6.3.1 Quantidade de ligações ativas de água micromedidas e ligações ativas de esgoto.**

A Figura 18, expressa o cruzamento da quantidade de ligações ativas de água, providas de hidrômetro; quantidade de ligações ativas de esgoto que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência, 2015, e dados referentes à quantidade óbitos por DRSAI.



**Figura 18:** Ligações ativas de água e esgoto de 2006 a 2015.  
Fonte: Adaptado de (SNIS 2017).

Dos resultados obtidos observa-se que ao longo dos anos avaliados, 2006 a 2015 a quantidade de ligações micromedidas apresentou diminuição significativa com uma diferença de 24.093 ligações, o que chega a ser 46.5% ligações ativas a menos.

Já a quantidade de ligações ativas de esgotos esteve quase constante na maioria dos anos avaliados, no entanto uma diferença expressiva ocorreu nos anos de 2009 e 2013 com redução e aumento de ligações, respectivamente. Em 2009 tal diferença foi de aproximadamente 15 mil ligações em relação ao ano anterior e em 2013 houve um aumento em torno de 26 mil ligações em relação a 2012. Além disso, há uma oscilação curiosa nas quantidades de ligações nos três últimos anos avaliados, o que pede uma revisão nas informações repassadas no intuito de detectar o porquê dessa significativa diferença de valores.

Tecendo um paralelo entre informações de saneamento e saúde, observou-se que o número de casos de DRSAI diminuiu nos dois primeiros anos analisados, 2006 e 2007, justamente no período em que as ligações micromedidas e as de esgoto apresentaram resultados quase constantes.

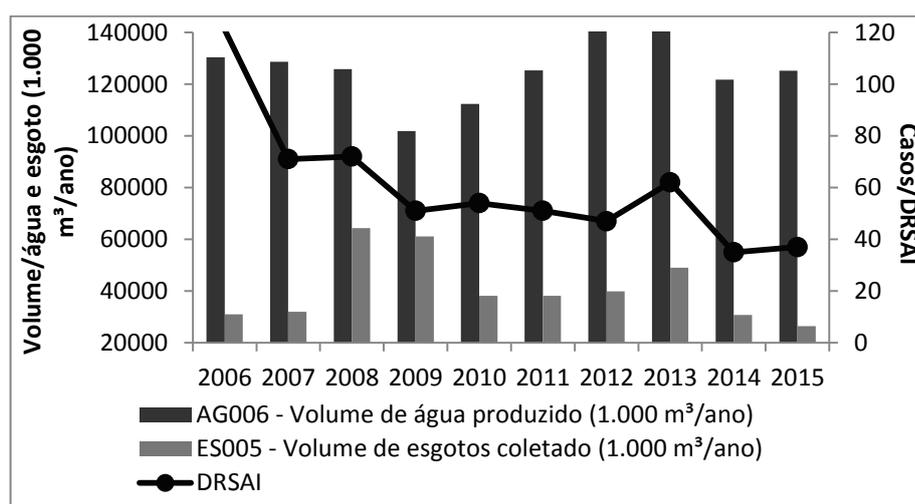
O número de registros de casos de DRSAI nos anos de 2009 a 2012 não sofreu forte alteração, todavia, em 2013 ocorreu aumento no número de registros, isso pode estar relacionado ao aumento populacional ocorrido nos anos anteriores e a constância na prestação dos serviços, uma vez que a quantidade de ligações ativas só aumentou no ano de 2013, ou seja, a infraestrutura é deficitária e não

acompanha o crescimento da população na cidade, o que pode ser confirmado com decréscimo de casos nos anos de 2014 e 2015.

As informações esclarecem que as DRSAI podem estar relacionadas a falta de esgotamento sanitário adequado e eficiente, nesse caso, as ligações ativas de esgoto que ainda não atendem boa parte da população presente no município de São Luís, assim como água ofertada com má qualidade.

### 6.3.2 Volume de água produzido e Volume de esgoto coletado.

Na Figura 19 realizou-se o cruzamento de três informações, referentes ao volume de água produzido, volume de esgoto coletado juntamente com a quantidade de casos de DRSAI.



**Figura 19:** Volume de água produzido e esgoto coletado de 2006 a 2015. Fonte: Adaptado de SNIS, 2017.

Neste cruzamento as informações sobre água e esgoto apresentam valores discrepantes no período avaliado, no qual a partir da média de volume produzido e coletado há uma diferença de 84.795,06 m<sup>3</sup>/ano, ou seja, o esgoto coletado não corresponde à metade da água que é produzida.

De acordo com a Figura 19, nos anos de 2008 e 2009 o lançamento de esgoto na rede coletora apresentou o maior volume 64300 m<sup>3</sup>/ano e 61085 m<sup>3</sup>/ano, estando acima da média quando comparado com aos outros anos avaliados.

Tal análise desperta curiosidade quanto ao destino final desta água produzida, levando a crê que possivelmente após o uso, pode ser lançado

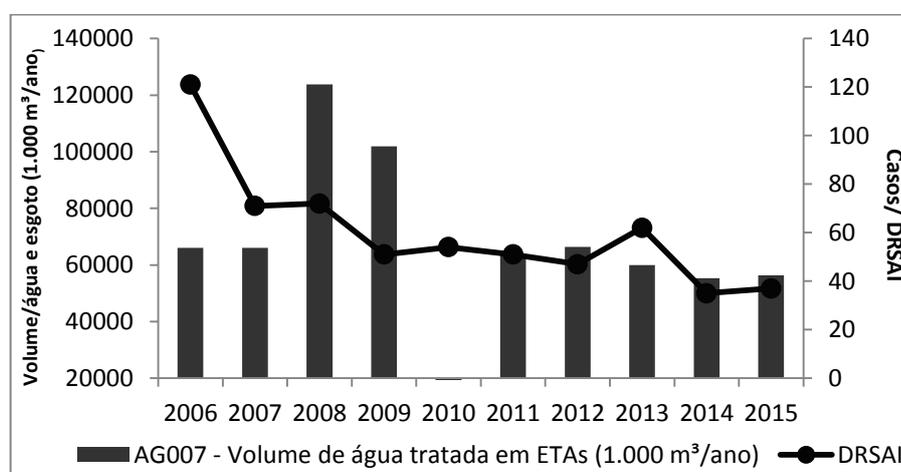
diretamente nos mananciais da cidade causando impactos negativos nestes recursos e no ambiente em geral.

Tais impactos são observados na linha de DRSAl da Figura 19, onde as oscilações são visíveis. Entretanto, nos anos em que houve aumento no volume de esgoto coletado, 2008 e 2009, o número de casos das doenças reduziu e se manteve praticamente constante nos três anos subsequentes. É importante frisar que de 2009 até 2015 o volume de coleta de esgoto reduziu apresentando valores próximos ao observado nos dois primeiros anos avaliados e o número de casos sofreu aumento em 2013.

Das irregularidades quanto ao volume de esgoto produzido, considera-se que pode estar relacionado aos fatores climáticos, como a pluviosidade, uma vez que o aumento no volume normal das chuvas será refletido no sistema de esgotamento da cidade. De acordo com INMET (2017) em São Luís, o ano de 2009 apresentou um índice pluviométrico acima do normal, superior ao índice da normal climatológica. Mas também estas irregularidades se relacionar aos erros operacionais, o que vem sendo enfatizado ao longo do estudo.

### 6.3.3 Volume de água tratada em ETAs.

Na Figura 20 realizou-se o cruzamento da informação de saneamento, referente ao volume de água produzido, com a informação de saúde sobre casos de DRSAl.



**Figura 20:** Volume de água tratada em ETAs.

Fonte: Adaptado de (SNIS, 2017).

Nela observou-se que volume de água tratada apresenta valores bem próximos ao longo período avaliado representando uma constância nesta operação. Ao avaliar a média deste volume durante o período de estudo, com exceção dos anos de 2008 e 2009 que apresentaram volumes ligeiramente elevados, obtém-se uma média de 61.304, 83 m<sup>3</sup>/ano de volume de água tratada.

A Figura 20 ainda descreve que o volume de água tratada em ETAs é aproximadamente a metade do que se tem produzido, conforme Figura 18, o que leva a entender que essa água tratada pode corresponder ao sistema Italuís e uma parcela do sistema Paciência, enquanto os demais não estão recebendo tratamento, exceto o sistema Sacavém que utiliza água subterrânea.

Esta informação pode ser ratificada quando comparado este resultado ao percentual de domicílios com rede geral de abastecimento (78,5%), apontando uma parcela considerável de domicílios que ainda não recebem água com tratamento adequado. Além disso, nos mesmos anos citados o volume de água consumido foi inferior ao volume de esgoto coletado, o que ocorreu também no ano de 2013, mas de forma menos acentuada.

Em relação aos casos de DRSAL, observou-se uma redução no número de casos no período inicial da análise, entretanto, houve um aumento à medida que ocorreu um decréscimo no volume de água produzido e de água tratada em ETAs e posteriormente esse número caiu mantendo-se quase constante, como pode ser observado na Figura 20.

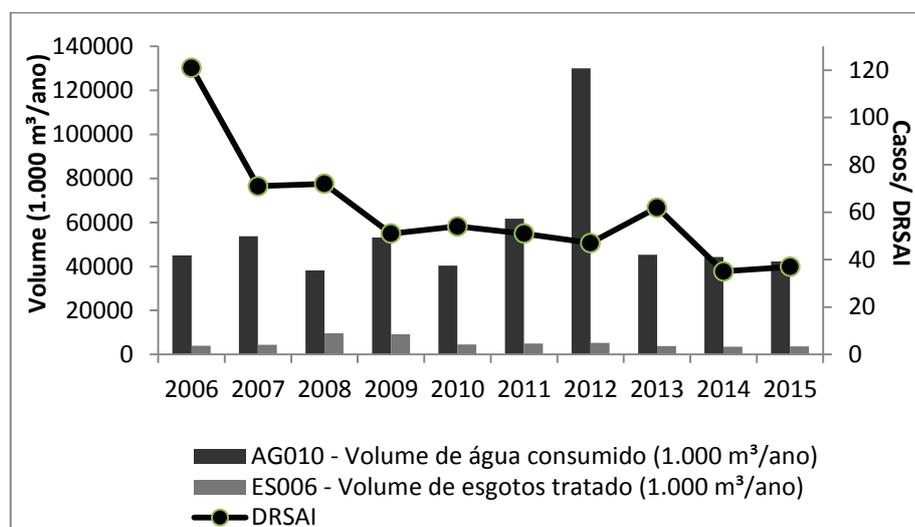
No ano de 2013 observou-se um aumento no número de casos no mesmo momento em que o volume de água tratada em ETAs sofre redução expressiva, alcançando o menor volume dos anos analisados. Isso pode ter ocorrido devido à redução do volume de água produzido (ocasionado por fatores climáticos, falta de chuvas regulares) o que implica no uso de água inapropriada por parte da população, que não reduziu no período avaliado e possivelmente aumentou.

Vale ressaltar que nos anos de 2008 e 2009, o volume de água tratada passou do valor de 10000 m<sup>3</sup>/ano, isso significa que nestes anos mencionados o volume foi aproximadamente o dobro do que fora informado nos demais anos estudados. Considera-se que nesse caso, pode ter ocorrido erro operacional ao repassar as informações, ou até, mudanças estruturais que possibilitasse o aumento do volume de tratamento de água, mas apenas, nestes dois anos.

Outra informação a considerar é quanto ao ano de 2010 que não apresenta informação operacional sobre volume de água tratada na ETAs, o que possivelmente pode não ter sido repassado ao SNIS.

### 6.3.4 Volume de água consumido e volume de esgoto tratado.

A Figura 21 corresponde ao cruzamento das informações referentes ao volume de água consumido; volume de esgoto de tratado e informações de saúde.



**Figura 21:** Volume de água consumido e volume de esgoto tratado.  
Fonte: Adaptado de (SNIS, 2017).

Os resultados destacam, mais uma vez, a discrepância entre os serviços de água e esgoto, ressalta-se que o volume de esgoto tratado em São Luís não passou de 9000 m³/ano, enquanto o volume de água consumido apresentou uma média de 55.413,76 m³/ano.

O volume de água consumido e volume de esgoto tratado não sofreram grandes variações durante o período avaliado, exceto em 2012, quando há um pico de consumo de água que passa da média apresentando um consumo de 120.000,00 m³/ano.

Dessa forma, entende-se que a baixa variação nos volumes configura uma situação de estagnação no sistema de saneamento de São Luís, uma vez que a população não parou de crescer e o volume de água consumido no ano de 2006 é praticamente o mesmo de 2015, assim como o volume de esgoto tratado. Isso chama atenção, pois existem problemas graves de infraestrutura, já que em 2015 o

volume de esgoto tratado foi inferior à média do período avaliado que é de 5.306,2 m<sup>3</sup>/ano.

Tecendo um paralelo entre as Figura 19, 20 e 21, verifica-se que na maioria dos anos estudados a quantidade de água produzida e tratada é superior ao volume de água consumido, sendo então, provável que esteja ocorrendo uma perda considerável de água na distribuição. De acordo com Brasil (2017) as perdas são um dos grandes problemas dos sistemas de abastecimento de água brasileiros, principalmente resultando na escassez hídrica, além disso, pode-se afirmar que os sistemas de abastecimento de água sempre apresentam perdas, todavia quando são elevadas é sempre um desperdício não só de recursos naturais, mas também operacionais e de receita para o prestador de serviços.

Ainda tratando das perdas na distribuição, Brasil (2017) ressalta que as perdas reais, situação recorrente em São Luís, são ocasionadas por vazamentos nas adutoras, redes, canais e reservatórios e corresponde a toda a água disponibilizada para distribuição e que não é consumida pelos usuários finais.

A situação de piora em consumos e perdas de um ano para outro é destacada a partir da análise da atuação da prestadora de serviços no município de São Luís.

Em Diagnósticos anteriores, já foi discutida a oscilação dos índices de perdas fornecidos pela CAEMA/MA, que pode decorrer de falhas nos controles operacionais, gerando índices de perdas que não refletem a realidade operacional dos sistemas da companhia. Entretanto, destaca-se que, nas duas últimas coletas (2014 e 2015), a companhia manteve dados mais próximos. Essa companhia apresentou aumento nas perdas de 36,6% para 62,2% de 2013 para 2014 (aumento de 25,6 pontos percentuais), resultado da diminuição do volume de água consumido, que caiu de 210.799,4 para 111.575,3 mil metros cúbicos. No ano de 2010 a CAEMA/MA teve perdas de 67,9% (com AG010 igual a 91.575,9 metros cúbicos), em 2011, esse valor chegou a 59,0% (com AG010 igual a 123.199,8 metros cúbicos) e em 2012 esse índice foi de 41,7% (com AG010 igual a 192.223,3 metros cúbicos) (BRASIL, 2014 e 2017).

Quando comparado às informações sobre volume de esgoto tratado, Figura 20, com esgoto coletado, Figura 19, há uma nítida diferença entre os dados, onde o volume de esgoto tratado assume valores muito abaixo quando comparado ao volume de esgoto coletado. Tais valores são desproporcionais servindo como respaldo para afirmar que a cidade de São Luís não trata nem mesmo, a metade do esgoto que coleta.

No tocante às DRSAL, a quantidade de casos diminuiu no momento em que ocorreu um discreto aumento no volume de água consumido, mas apresenta um

aumento no ano de 2009 voltando a diminuir nos demais anos. Vale considerar que no ano de 2012 o volume de água consumido foi excepcional, mas não contribuiu para uma redução expressiva do número de casos de DRSAI que se manteve com pequenas oscilações ocorrendo um aumento no último ano estudado.

#### 6.4 IDENTIFICAÇÃO DOS INDICADORES OPERACIONAIS DE SANEAMENTO E SAÚDE QUE REPRESENTAM AS CONDIÇÕES SANITÁRIAS EM SÃO LUÍS.

Nas correlações entre indicadores operacionais de saneamento e informações sobre saúde encontrou-se coeficientes lineares com força alta, moderada e fraca. Para obter os resultados foram realizados cruzamentos de indicadores de saneamento com casos de DRSAI e indicadores de saneamento com casos de Esquistossomose. Esta individualidade ocorre devido à existência de dados sobre mortalidade (DRSAI) e morbimortalidade (esquistossomose).

As correlações subsidiaram as análises possibilitando apurar que há uma significativa relação entre os serviços de água ou esgoto com DRSAI e esquistossomose. Além disso, é válido ressaltar que, em indicadores que não houve alguma correlação, as variáveis podem estar relacionadas por outro tipo de correlação, como a exponencial, mas que não foram abordadas nesse trabalho.

##### **6.4.1 Correlação simples entre indicadores operacionais de água/esgoto e indicadores de saúde.**

As Tabelas 1 e 2 representam a matriz da correlação linear realizada entre os indicadores operacionais de água e esgoto com dados de saúde referente aos registros de DRSAI e esquistossomose. Nesta análise o coeficiente de correlação “R” apresentou valores que caracterizam correlações fortes positivas e negativas. Vale ressaltar que os indicadores que apresentaram melhor correlação serão destacados nas análises de regressão linear.

**Tabela 1:** Matriz de correlação entre os indicadores de água e esgoto com registros de DRSAl.

		DRSAI	Coleta de esgoto	Atendimento água	Tratamento de esgoto	Hidrometração	Extensão rede de água	Atendimento esgoto	Consumo per capita	Extensão rede de esgoto
DRSAI	Pearson	1	0,862**	0,814**	0,809**	0,801**	0,794*	-0,252	-0,156	-0,132
	Sig		0,03	0,010	0,008	0,008	0,011	0,513	0,689	0,736
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10

\*\* A correlação é significativa no nível 0,01.

\* A correlação é significativa no nível 0,05.

Fonte: Elaboração própria através de DATASUS (2017) e SINS (2017).

Sendo assim, de acordo com a Tabela 1 os indicadores que apresentaram melhores correlações (Forte) com DRSAl foram:

- ✓ Coleta de esgoto;
- ✓ Atendimento urbano de água;
- ✓ Tratamento de esgoto;
- ✓ Hidrometração;
- ✓ Extensão de rede de água;

Além disso, as correlações encontradas com os indicadores citados são todas positivas. Os demais indicadores da matriz apresentaram correlações fracas.

Já na Tabela 2, que utiliza as informações sobre esquistossomose e também indicadores de saneamento, as correlações apresentaram força forte, moderada e fraca.

**Tabela 2:** Matriz de correlação entre os indicadores de água e esgoto com registros de esquistossomose.

		Esquistos somose	Hidrometração	Tratamento de esgoto	Atendimento água	Coleta de esgoto	Extensão rede de esgoto	Atendimento esgoto	Consumo per capita	Extensão rede de água
Esquistos somose	Pearson	1	0,890**	0,822**	0,793**	0,772**	0,768**	-0,426	0,220	-0,245
	Sig.		0,009	0,01	0,006	0,004	0,009	0,220	0,542	0,495
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10

\*\* A correlação é significativa no nível 0,01.

Fonte: Elaboração própria através de DATASUS (2017) e SINS (2017).

Forte:

- ✓ Hidrometração;
- ✓ Tratamento de esgoto;
- ✓ Atendimento de água;
- ✓ Coleta de esgoto;
- ✓ Extensão de rede de esgoto;

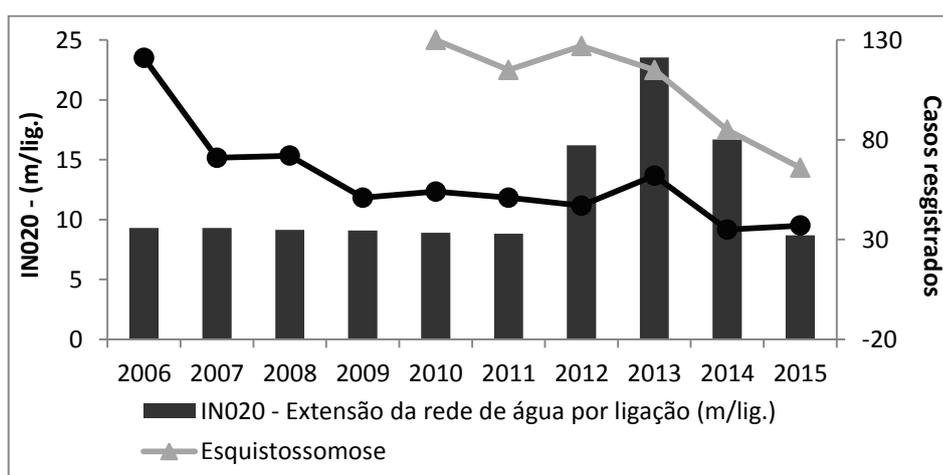
Moderada:

- ✓ Atendimento urbano com esgoto

Os gráficos abaixo expressam a evolução dos indicadores de saneamento água, esgoto e qualidade que apresentaram baixas correlações, pois mesmo com resultados não tão significativos a análise é válida por subsidiar a compreensão da situação sanitária da cidade de São Luís, uma vez que tecem um paralelo com as ocorrências das DRSAI e esquistossomose.

A Figura 22 apresenta distribuição das informações entre indicadores de saúde e extensão da rede de água por ligação.

Observa-se que medida que ocorreu um aumento nas extensões de água por ligações houve ligeira redução nos casos de DRSAI e esquistossomose, podendo ser fruto do aumento do comprimento total da malha de distribuição que acaba influenciando na quantidade de ligações de água.

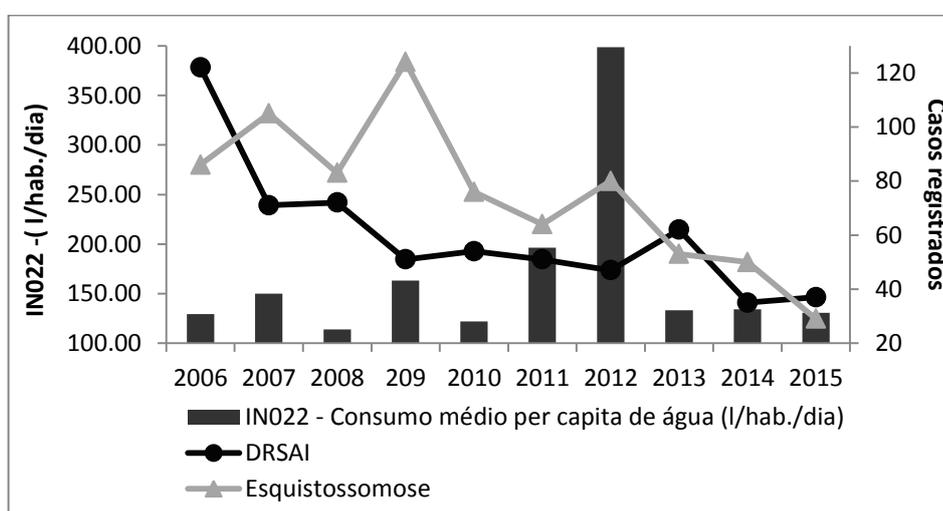


**Figura 22:** Correlação DRSAI e Esquistossomose com IN020 - extensão de rede de água consumida. Fonte: (DATASUS, 2017 e SNIS, 2017).

É importante ressaltar que a queda expressiva no número de casos ocorreu no ano de 2012 quando a extensão de rede de água quase que duplicou em relação aos anos anteriores passando de 9m/lig. para 16m/lig. Possivelmente, no ano referido, houve uma melhora tanto na malha de distribuição de água quanto na quantidade de ligações totais ativas por hidrômetro que impactou de forma positiva na ocorrência de esquistossomose no município de São Luís.

Considera-se ainda, que o número de casos ainda continua bastante expressivo, apesar da redução em relação aos anos anteriores, tal situação chama atenção, e faz pensar que a quantidade de ligações sem hidrômetro pode ser superior às ligações com presença de hidrômetro, o que dificulta um maior controle da água que está sendo distribuída.

A Figura 23 apresenta a disposição dos dados sobre consumo médio per capita de água com DRSAI e esquistossomose. Nesta correlação observou-se que a correlação da variável consumo médio per capita com DRSAI é negativa, sendo estas inversamente proporcionais. Já a correlação da variável saneamento com a esquistossomose é do tipo positiva, sendo uma diretamente proporcional a outra.



**Figura 23:** Correlação DRSAI e Esquistossomose com IN022- consumo per capita de água. Fonte: (DATASUS, 2017 e SNIS, 2017).

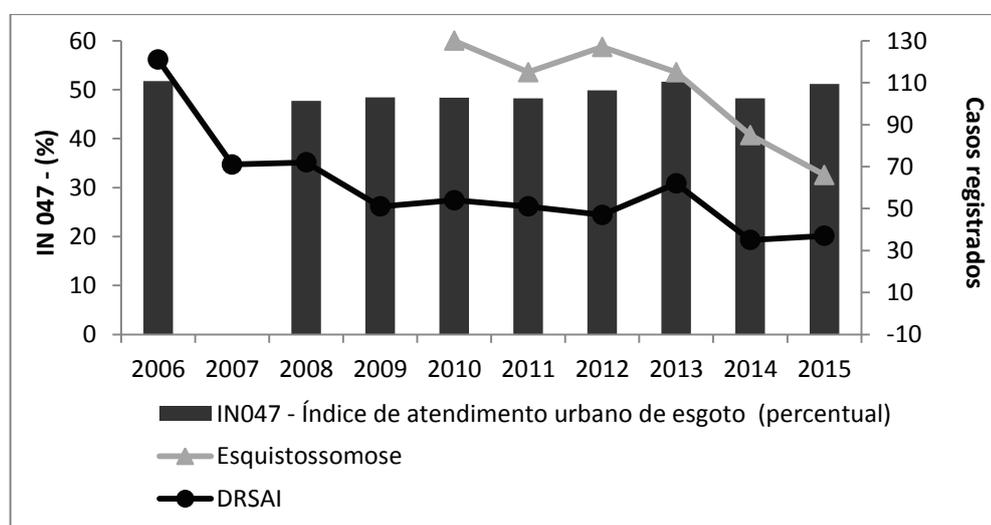
O consumo médio per capita, durante os nove anos avaliados apresentou oscilações com aumento e redução quando comparados anualmente. No ano de 2012 o consumo foi extraordinário por ser mais que o dobro dos anos em questão,

com 398.61 l/hab./dia, enquanto em 2008, ano de menor consumo per capita, não passou de 113,95 l/hab./dia.

É importante considerar que a população total atendida com abastecimento de água oscilou no período do estudo alcançando um pico de um milhão de habitantes atendidos no ano de 2007. Porém nos anos seguintes esse número sofreu redução, o que pode estar relacionado ao crescimento demográfico nos anos posteriores a 2007, ou seja, a procura maior que a demanda.

Além disso, há um excedente da população urbana, 112.015 habitantes, que não são atendidos com abastecimento, ou seja, o equivalente a 11% da população total, o que leva a deduzir que as condições de abastecimento não estão beneficiando a população geral e possivelmente contribui para que exista uma parcela da população vulnerável por não receber água adequada ou até mesmo ingerir água que não dispõe de qualidade e não oferece segurança ao cidadão.

A figura 24 faz referência à disposição dos dados do índice de atendimento urbano de esgoto com casos de DRSAI e esquistossomose.



**Figura 24:** Correlação DRSAI e esquistossomose com índice de atendimento de esgoto.

Fonte: (DATASUS, 2017 e SNIS, 2017).

Identificou-se que houve aumento no índice de atendimento urbano de esgoto e também no número de casos de DRSAI. Mesmo com o aumento do índice, o melhor percentual não passou de 50% nos anos de 2006, 2013 e 2015. Porém, quando analisado a variável saneamento com registros de esquistossomose, observou-se que os casos de esquistossomose apresentaram decréscimo ao longo

dos anos, mesmo com o índice de atendimento urbano de esgoto não sofrendo evoluções expressivas.

As informações relativas ao resultado do índice de atendimento definem que a população total cresceu em torno de 13%, o que equivale a 106.000 habitantes durante os anos analisados, já o percentual referente à população urbana atendida com esgotamento sanitário obteve crescimento ínfimo com apenas 0,77% o que chega a ser próximo de 37.000 habitantes, menos da metade do crescimento total.

Dessa forma, é possível afirmar que praticamente não houve uma evolução que impactasse diretamente na qualidade de vida da população e no ambiente em geral. Considera-se ainda que o crescimento populacional não vá sofrer interrupções, e quem sabe até, irá crescer de forma mais acelerada, o que acaba sendo um agravante, pois a infraestrutura sanitária não acompanha tal crescimento.

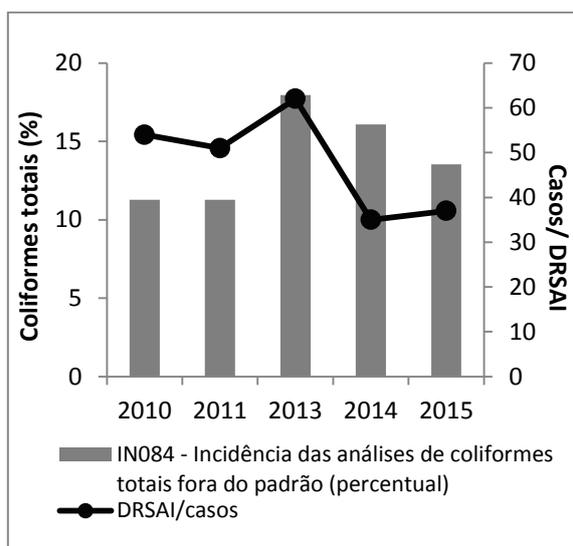
#### **6.4.2 Indicadores Operacionais de Qualidade em saneamento básico e DRSAI e esquistossomose.**

Uma informação a ressaltar é relativa aos anos que a análise ocorreu, sendo apenas em 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015, isso se deu por falta de informações anteriores a 2010, ou seja, a prestadora de serviços não repassou as devidas informações que são de caráter imprescindível no controle e gestão das ações de saneamento.

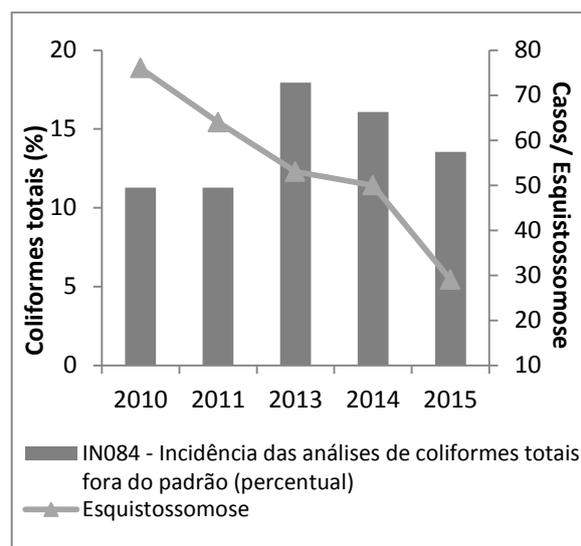
Além disso, tal ausência dificultou a realização da correlação entre os indicadores de qualidade com as informações de saúde e, sobretudo definir o tipo de correlação entre os mesmos. Sendo assim, as informações dos indicadores de qualidade, ainda são recentes impossibilitando realizar uma análise acurada quanto a sua evolução além de um panorama geral do controle da qualidade. Alguns indicadores de suma importância para as análises de qualidade, a saber, Economias atingidas por intermitências e Extravasamentos de esgotos por extensão de rede não apresentam informações em todos os anos avaliados.

Na análise do indicador coliforme totais utilizaram-se as informações do SNIS associadas aos dados de doenças. As informações repassadas para o ano de 2012 não foram consideradas para construção dos gráficos das Figuras 25 (a) e 25 (b) por apresentar percentual relativo a 100% de incidência, ou seja, todas as amostras

analisadas para coliformes totais estariam fora do padrão estabelecido pela portaria 2914/2011 no ano citado, o que representa uma situação calamitosa para o município. Tal resultado não é aceitável e pode ser fruto de erro por parte da prestadora de serviços CAEMA que repassa as informações para o SNIS.



**Figura 25(a):** DRSAL e Informações sobre coliformes totais fora do padrão. Fonte: (DATASUS, 2017 e SNIS, 2017).



**Figura 25(b):** Esquistossomose e Informações sobre coliformes totais fora do padrão. Fonte: (DATASUS, 2017 e SNIS, 2017).

A partir das Figuras 25a e 25b observa-se que a incidência das análises de coliformes totais fora do padrão apresentam percentuais potencialmente elevados e preocupantes, uma vez que, em todos os anos observados houve amostras fora do padrão com incidência entre 11% e 18%. Este último percentual corresponde ao ano de 2013 quando foi registrada a maior incidência de DRSAL.

Já com relação aos casos de esquistossomose identificou-se que o número de casos sofreu redução durante os anos avaliados e mesmo quando o percentual de coliformes foi expressivo o número de casos continuou baixando.

Este resultado está em consonância com o estudo realizado por Bastos (2014) sobre a qualidade microbiológica da água em uma estação de tratamento em São Luís. A autora destaca que das 42 amostras analisadas no ano de 2013, 9 estavam fora do padrão, somado a isso ela afirma que detectou amostras fora do padrão estabelecido em todos os anos avaliados no período do estudo. Mendes (2008) afirma que em 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 Italuís.

A Figura 25(a) também descreve que nos dois primeiros anos a incidência registrada foi a mesma, assim como, a quantidade de amostras analisadas, 7.866, nas quais 887 apresentaram resultados fora do padrão, ou seja, quase 1000 amostras irregulares em anos consecutivos. Nos anos seguintes a quantidade de amostras analisadas aumentou em aproximadamente duas mil em relação aos anos de 2010 e 2011, em compensação, o número destas que aparecem em não conformidade com a legislação praticamente duplicou, chegando a 1731 e 1330 para os anos de 2013 e 2014 respectivamente com 31 e 34 casos de DRSAL.

Os valores chamam atenção, pois não aparecem em conformidade com o que preconiza a portaria 2914/2011 sobre o padrão microbiológico da água para consumo. A legislação determina como parâmetro o indicador *Escherichia coli* tendo como valor máximo permitido (VMP) ausência em 100 ml de amostras de água destinada ao consumo humano e o indicador coliforme totais com ausência em 100 ml das amostras na saída do tratamento. A análise de *Escherichia coli* é classificada como um indicador de contaminação fecal, já a análise de coliformes totais, destacada no gráfico, é utilizada como indicador da eficiência de tratamento, além de indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede), conforme Brasil (2011).

Nesse contexto constata-se que a água destinada ao consumo humano da população de São Luís representa uma ameaça para a saúde dos indivíduos. De acordo com Rego, Barros e Dos Santos (2010) a presença de coliformes totais em recursos hídricos deve ser interpretada de acordo com o tipo de água. Nesse caso águas que passam por processo de desinfecção, os coliformes totais devem estar ausentes.

Sendo assim fica evidente que o tratamento de água no município de São Luís não é eficiente, pois segundo Michelina *et al.*, (2006) a presença de coliformes totais nas águas de consumo constata a importância desse grupo de bactérias como indicador de precárias condições higiênicas e sanitárias. A ocorrência desse grupo microbiano em águas dá subsídios à discussão sobre falhas no sistema de tratamento de água ou distribuição, uma vez que esses microorganismos podem ser

encontrados em diversos ambientes naturais, mas não deveriam está presente em água potável.

### 6.4.3 Estudo da associação entre Serviços de saneamento básico água e esgoto com indicadores de saúde DRSAI e Esquistossomose

Ao processar as análises de regressão linear múltipla para DRSAI na cidade de São Luís encontrou-se um coeficiente  $R^2$  ajustado de 0,92, conforme Tabela 3. As variáveis que apresentaram associação estatística e permaneceram no modelo final ( $p \leq 0,05$ ) correspondem ao “índice de coleta de esgoto” e “índice de hidrometração” com coeficiente  $\beta$  positivo caracterizando uma relação diretamente proporcional com as DRSAI e a variável, “índice de atendimento de água” com coeficiente  $\beta$  negativo indicado uma relação inversamente proporcional às DRSAI.

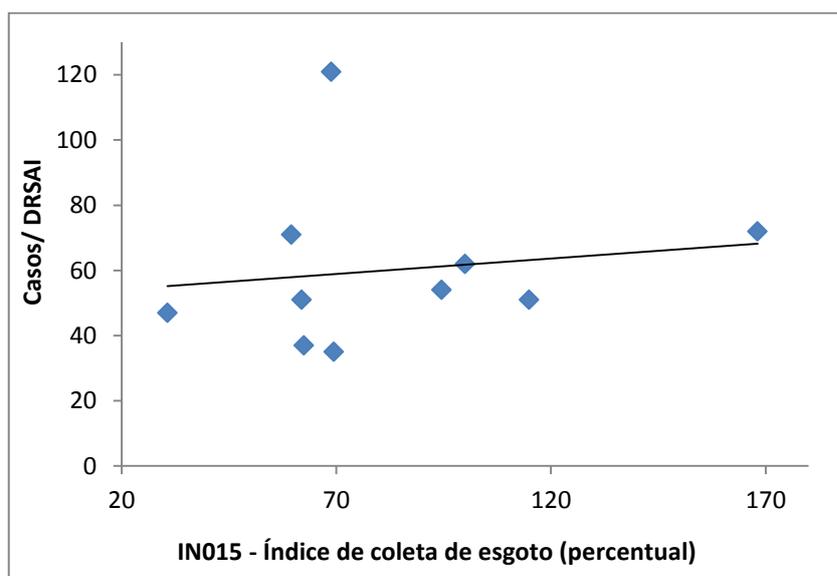
**Tabela 3:** Regressão múltipla entre DRSAI e indicadores operacionais de Saneamento.

$R^2$	R	Variáveis que permaneceram	Coef. $\beta$	valor-p	sinal
0,92	+0,95	Coleta de esgoto	+ 1,741	0.013	+
		Atendimento de água	- 1751	0.030	-
		Hidrometração	+ 900	0.04	+

Fonte: Elaboração própria a partir de DATASUS, 2017 e SNIS, 2017.

Sendo assim entende-se que nestas análises em uma variação de 92% as DRSAI podem estar associadas a variável coleta de esgoto, atendimento de água e hidrometração.

Na análise da variável coleta de esgoto com DRSAI, Figura 26, observou-se que o coeficiente  $\beta$  é positivo. Nesta análise, algumas informações devem ser esclarecidas, a saber, o índice de coleta de esgoto dos anos de 2008 e 2009, apresentaram valores superiores ao percentual máximo, que nesta análise é referente a 100%.



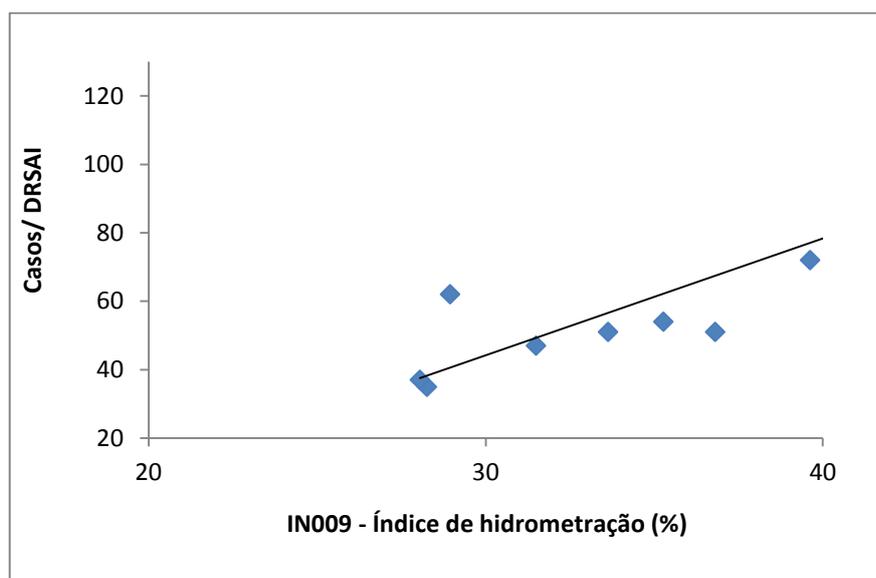
**Figura 26:** Diagrama de dispersão DRSAl com coleta de esgoto. Fonte: (DATASUS, 2017 e SNIS, 2017).

Além disso, ao analisar a equação do índice de coleta de esgoto para os dois anos citados observa-se que o volume de esgoto coletado (dividendo) está muito acima do que é determinado no glossário de informações do SNIS, ultrapassando os 80% do volume de água consumido, o faz refletir, mais uma vez, se o dado é errôneo ou não.

Outro ponto importante a se considerar corresponde ao índice de coleta de esgoto no ano de 2013 com um percentual de 100%. Entende-se que para chegar a tal resultado no referido ano coletou-se mais esgoto do que se consumiu água, uma vez que, a análise gira em torno destas duas informações, pois os valores para volume de água tratada exportada (também faz parte da equação) são nulos.

O resultado permite concluir que boa parte do volume de esgoto não é lançado na rede coletora, podendo então este volume, ser eliminado por outras vias como, a rede de drenagem ou valas abertas, o que ajuda a explicar a prevalência do quadro de DRSAl. Esta afirmativa é corroborada neste estudo a partir da Figura 10 que mostra o percentual e a distribuição do esgoto no município de São Luís, além de apontar as características do sistema de esgotamento da cidade.

A partir do diagrama de dispersão, expresso nas Figuras 27, observa-se que a direção da reta é ascendente, o que ratifica uma correlação positiva. Os resultados apontam que, à medida que aumentou o índice de hidrometração ocorreu uma discreta redução nos números de casos de DRSAl.



**Figura 27:** Diagrama de dispersão DRSAI com índice de hidrometração. Fonte: (DATASUS, 2017 e SNIS, 2017).

No período avaliado, observou-se que o índice de hidrometração sofreu redução de 14% quando comparado o primeiro ano avaliado 2006 ao último ano 2015. Uma vez que, no primeiro ano era de 42% e passou para 28% no último ano confirmando as informações destacadas ao longo deste trabalho quanto a não adequação das condições estruturais ao crescimento populacional presente na cidade.

Na Tabela 4 ao processar as análises de regressão linear múltipla para esquistossomose na cidade de São Luís encontrou-se um coeficiente  $R^2$  ajustado de 0,88. As variáveis que apresentaram associação estatística e permaneceram no modelo final ( $p \leq 0,05$ ) correspondem ao “índice de hidrometração” e “índice de tratamento de esgoto” com coeficiente  $\beta$  positivo caracterizando uma relação diretamente proporcional com esquistossomose e a variável, “índice de atendimento de água” com coeficiente  $\beta$  negativo indicado uma relação inversamente proporcional à esquistossomose.

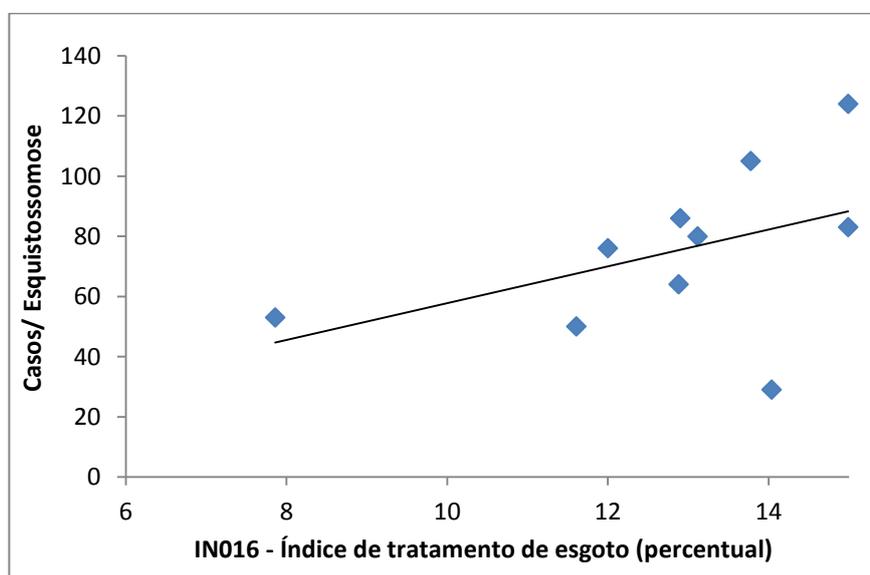
**Tabela 4:** Regressão múltipla entre esquistossomose e indicadores operacionais de Saneamento

R <sup>2</sup>	R	Variáveis que permaneceram	Coef. $\beta$	valor-p	sinal
0,88	+0,94	Hidrometração	+ 4,787	0.033	+
		Atendimento de água	- 9,314	0.034	-
		Tratamento de esgoto	+ 5,318	0.021	+

Fonte: Elaboração própria a partir de DATASUS, 2017 e SNIS, 2017.

Dessa forma entende-se que nestas análises em uma variação de 88% a ocorrência de esquistossomose pode estar associada a variável hidrometração, atendimento de água e tratamento de esgoto.

No diagrama de dispersão da Figura 28 observa-se a relação entre tratamento de esgoto com esquistossomose. Todavia há de se considerar que esta relação pode estar mascarada, haja vista que o índice de tratamento não sofreu evolução significativa, apenas baixas oscilações.



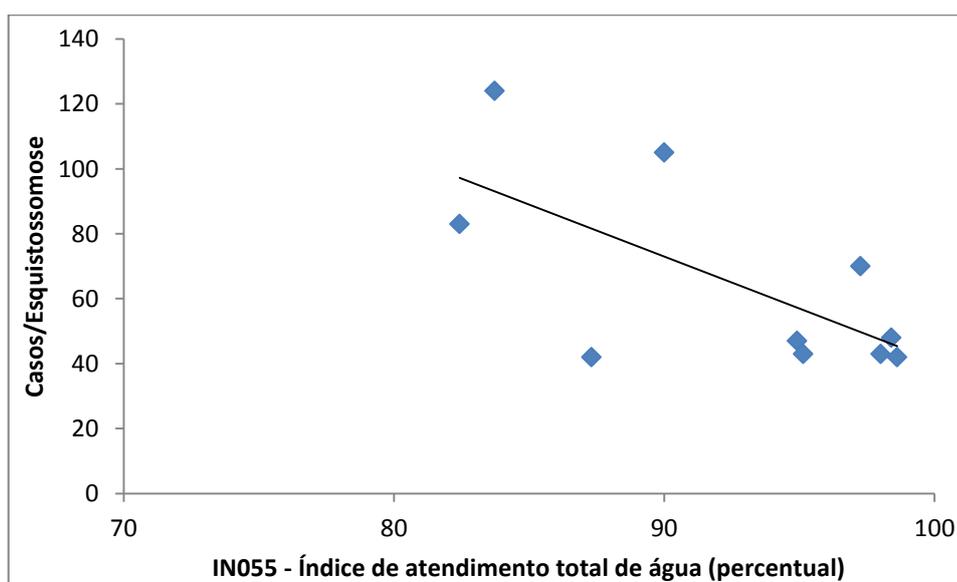
**Figura 28:** Diagrama de dispersão Esquistossomose e índice de tratamento de esgoto. Fonte: (DATASUS, 2017 e SNIS, 2017).

Os resultados descrevem que com o aumento do índice de tratamento de esgoto o número de casos de esquistossomose sofre ligeira diminuição. Todavia, no ano de 2015, quando se registrou o maior índice de tratamento dos anos avaliados, o número de casos de esquistossomose também foi mais baixo.

Ao comparar o índice de tratamento com as informações de rede de esgoto pode-se afirmar que o esgoto tratado em São Luís corresponde apenas à sexta parte do esgoto que é coletado, uma quantidade quase desprezível diante do volume coletado.

Enfatiza-se ainda, que as informações utilizadas compõem a equação que define o índice de tratamento de esgoto e para esta afirmação explora-se somente, o volume de esgoto coletado e o volume de esgoto tratado, já que as demais informações repassadas pelo SNIS apresentaram volumes nulos.

No gráfico de dispersão expresso na Figura 29, observa-se que a diminuição dos casos de esquistossomose acompanhou de forma significativa a evolução do índice de atendimento total de água.



**Figura 29:** Diagrama de dispersão Esquistossomose com atendimento total de água. Fonte: (DATASUS, 2017 e SNIS, 2017).

Conforme informações levantadas, o índice de atendimento total de água apresenta um percentual expressivo com média de 87%, mas mesmo assim os casos de esquistossomose ainda são significativos. Isso significa que, o aumento do índice de atendimento, não necessariamente, irá refletir em uma melhora na qualidade da água distribuída, uma vez que a fonte de água pode estar infestada, ou até problemas mais graves podem estar ocorrendo, a saber, falhas na rede de distribuição e também na coleta de esgoto problemática com despejo nos próprios mananciais de abastecimento.

Sendo assim, tal situação pode estar relacionada às condições estruturais do sistema de abastecimento, a saber: manutenção da tubulação operacional, uma vez que são antigas e o material pode estar desgastado oferecendo ameaça ao sistema; controle de qualidade da água do sistema que não foi aprimorado, como exposto nos resultados do tópico anterior quanto ao volume de água produzido e tratada, além de não atender o contingente populacional e comprometer o ciclo de uso da água.

Maior atenção e cuidado no tratamento da água associado ao monitoramento e controle quanto aos padrões determinados para distribuição, são necessários de modo que seja possível obter um produto que acarrete em impactos positivos na saúde da população.

## **7 CONCLUSÃO**

Durante o período avaliado a prestação dos serviços de saneamento evoluiu de forma distinta nos dois setores de saneamento analisados, abastecimento e esgotamento. Os impactos que esta evolução causou na saúde pública da população de São Luís foram percebidos, de forma discreta, com a diminuição dos casos registrados de DRSAI e esquistossomose que foi mais expressiva e quase constantes nos últimos dois anos avaliados, 2014 e 2015.

No tocante aos objetivos específicos, observou-se que, os serviços voltados ao abastecimento de água apresentaram uma evolução mais visível quando comparados aos serviços de esgotamento sanitário, um exemplo desta evolução corresponde ao número de domicílios com rede geral. Há de se considerar que a cobertura da rede de coleta de esgotos passou por ampliação nos anos analisados, porém, a construção e funcionamento efetivo das estações de tratamento de esgotos na cidade não acompanharam esse ritmo, tendo como resultado negativo a degradação da maioria dos cursos d' água urbano de São Luís.

Embora 90% da população ludovicense tivesse acesso ao abastecimento de água no ano de 2015, ainda existem muitas falhas neste abastecimento, além disso, o déficit em saneamento continua significativo, principalmente no serviço de esgotamento sanitário e, representa mais da metade da população fazendo uso de fontes alternativas de esgotamento. Considera-se ainda que boa parte dessa

população que faz uso de fontes alternativas está localizada nas áreas periféricas da cidade cuja renda predominante não passa de um salário mínimo.

O estudo também evidenciou que as doenças Infecto parasitárias continuam presentes no cotidiano da população e mesmo sofrendo redução nos últimos anos avaliados essa situação implica de forma negativa na relação saúde doença em São Luís e, também nas capitais do norte e nordeste brasileiro.

Ficou constatado que nas áreas de assentamento subnormal da capital, também chamadas áreas de invasão ou ocupação irregular, doenças como esquistossomose, diarreia e gastroenterite ainda são recorrentes, em especial, na população residente nas bacias dos rios Bacanga e Anil que recebem carga considerável de esgoto sem tratamento, além de fazer e uso indiscriminado da água de fonte não segura. Sendo assim, considerar as informações socioambientais em associação com informações epidemiológicas foi imprescindível na construção do panorama das condições de vida da população e da incidência das DRSAI.

É importante enfatizar que, o uso da ferramenta de SIG proporcionou a integração e manipulação de dados de diferentes instituições, a ferramenta facilitou a interpretação das informações servindo como complemento para as análises, pois a partir dela foi possível identificar as áreas de maior risco para ocorrências das DRSAI e esquistossomose.

Quando comparada às informações operacionais de saneamento com os dados de saúde foi possível observar que a desigualdade e falhas na oferta dos serviços de distribuição de água, a insuficiente rede de coletora e o baixo índice de tratamento dos esgotos resultam em problemas de ordem socioambiental que implicam em consequência de curto e longo prazo à população, como a incidência das DRSAI.

A série histórica das informações operacionais juntamente com os indicadores do SNIS aqui analisados por meio de gráficos temporais, correlação e regressão linear, respectivamente, mostraram-se importantes norteadores para as análises aqui realizadas. As correlações encontradas entre indicadores operacionais de saneamento com dados de saúde foram fundamentais para corroborar os resultados adquiridos, além de destacar os indicadores operacionais de saneamento que melhor representam as condições sanitárias de São Luís.

Dentre os indicadores analisados, vale destacar que a omissão de dados compromete uma análise mais acurada e acaba limitando e mascarando os resultados. Sendo assim, nesta análise é possível destacar os indicadores relacionados aos serviços de esgotamento, pois estes apresentaram correlações moderadas em relação às informações de saúde, além de serem os mais críticos do ponto de vista sanitário da capital.

Na análise, os indicadores operacionais de tratamento de esgoto e atendimento urbano por rede de esgoto foram os que mais se destacaram em relação ao coeficiente de correlação e também os que apresentaram menor crescimento nos anos avaliados, sendo quase insignificante esta evolução.

Quanto aos indicadores operacionais de saneamento avaliados na análise de regressão linear, tanto os serviços de água quanto os serviços de esgoto apresentaram correlações moderadas com valor significativo. Sendo assim, entende-se que neste estudo a hidrometração, extensão de rede de esgoto e atendimento total de água também representa a situação sanitária de São Luís e servem como subsídios para o controle das doenças infecto parasitárias na cidade.

## **8 RECOMENDAÇÕES**

Algumas recomendações foram elaboradas, para que trabalhos futuros possam aprofundar e atualizar os resultados encontrados nesta pesquisa e, por conseguinte influencie de forma positiva no cenário sanitário da cidade.

- Faz-se necessário lançar estudos mais abrangentes, pontuais, que busquem retratar as condições sanitárias da cidade de São Luís e suas implicações na saúde da população a partir de uma análise que enfatize, não só, o sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário, mas também os resíduos sólidos e a drenagem urbana.
- Analisar a relação entre os fatores sanitários e sociais contemplando educação, habitação e renda.
- Avaliação na perspectiva dos direitos e deveres dos prestadores de serviços de saneamento e sua responsabilidade na coleta e

fornecimento das informações que alimentam o banco de dados do sistema público de saneamento.

- Elaborar estudos direcionados às intervenções que atendam aos princípios instituídos pela legislação vigente ao saneamento. Vale uma atenção especial ao esgotamento sanitário da cidade, onde se busque não só a expansão da rede coletora, mas também o tratamento eficaz deste esgoto coletado.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, G. DA R. **Elaboração de um modelo de valoração quantitativa das garantias para o setor de saneamento com utilização de Simulação de Monte Carlo**: o caso da PPP de Esgoto para a Região Metropolitana do Recife e Município de Goiana. 2014. 78f. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial) - Fundação Getúlio Vargas, Escola de Pós- Graduação em Economia, Rio de Janeiro, 2014.

AUGUSTO, L. G. S. Teoria e prática na ação do sanitarista: a questão da saúde e do ambiente. **Cadernos de Saúde Coletiva**, 13: 9-26, 2005.

BARCELLOS, C.; SILVA, S. A.; ANDRADE, A. L. S.S de. Análise de dados em forma de pontos. In: BRASIL. **Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública**. Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. Simone M. Santos, Reinaldo Souza-Santo, (org). - Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

BRANCO, S. M. Aspectos institucionais e legais do controle da poluição. In: **Hidrologia Ambiental** (R. L. L. Porto, org.), pp. 349-373, São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos/Edusp, 1991.

BRASIL, M. S. **Manual de Saneamento**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, 3ªed. Brasília, 2004.

\_\_\_\_\_. LEI nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 5 de jan. 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm). Acesso em: 22 de out. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde (Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental). **Diagnóstico da Estrutura de Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano** – Resumo Executivo. Brasília-DF, 1º ed., 2009.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. PORTARIA nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2015/maio/25/Portaria-MS-no-2.914-12-12-2011.pdf>. Acesso em 15 de ago. de 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Situação da vigilância da qualidade da água para consumo humano no Brasil – ano base 2010/2011**. Brasília, 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Avaliação da Vigilância da Qualidade da Água no Estado do Maranhão – Ano base 2011**. Brasília, 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades, Secretaria nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico: mais saúde com qualidade de vida e cidadania**. Brasília, maio, 2013.

\_\_\_\_\_. **Manual de Saneamento**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, 4ªed. Brasília, 2015.

\_\_\_\_\_, Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – Brasília, 2017**.

BOSSLE, R. C. **QGIS e geoprocessamento na prática**. São José dos Pinhais: Edição do autor, Editora Íthala, 1º ed., 2015.

BREVIDELLI, M. M.; FREITAS, F. C. G. de. Estudo ecológico sobre o desenvolvimento da saúde no Brasil. **Rev. Ciência & Saúde Coletiva**, 17 (9): p. 2471- 2480. 2012.

BROWN, C.; SILVA, P. N.; HELLER, L. The human right to water and sanitation: a new perspective for public policies. **Rev. Ciência & Saúde Coletiva**. 21(3): 661-670. 2016.

BUHLER, H. F.; IGNOTTI, E.; NEVES, S. M. A. da S.; HACON, S. S. Análise espacial de indicadores integrados determinantes da mortalidade por diarreia aguda em crianças menores de 1 ano em regiões geográficas. **Cad. Ciência & Saúde Coletiva**, 19 (10): 4131-4140, 2014.

BURROUGH, P.A.; MACDONNELL, R.A. **Principles Of Geographical Information Systems Of Land Resources Assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1997.

CAIRNCROSS, S. Water supply and sanitation: An **agenda for research**. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 92: 301-314, 1989.

CAIRNCROSS, S. e FEACHEM, R. Environmental Health Engineering in the Tropics: an introductory text. New York: **John Wiley & Sons**, 2005.

CAMERON, D e JONES, I. G. John Snow, the Broad Street Pump and Modern Epidemiology. **International Journal of Epidemiology**, University Press, Oxford vol. 12, 1983.

CÂMARA, V. DE M. **Textos em Epidemiologia ambiental para a vigilância ambiental em saúde**. Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 2002.

CARVALHO, I. B DE. **Avaliação do Programa de vigilância e controle da esquistossomose no município de São Luís, MA**. 2014. 121f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2014.

CONAMA. Ministério do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO n° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 17 de mar. de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em 6 de ago. de 2016.

CONAMA. Ministério do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO n° 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 13 de maio. de 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 8 de ago. de 2016.

CONDE, G. B.; CHAVES, A. F. F., SILVA, A. M., DE SOUZA, N. P. M., MACEDO, Y. S. L. Avaliação dos efeitos de projetos de saneamento na saúde da população da Vila da Barca, Belém, Pará. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 412, 2013.

CÓRVALAN, C. Processo de toma de decisiones em Salud Ambientale. **Whorld Health Organization (WHO)**, Brasília, 2004.

DANIEL, M. H. B.; CABRAL, A. R. A Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) e os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM). **Cad. Saúde Colet**. Rio de Janeiro, 19 (4): 487- 92, 2011.

DA SILVA, R. C. P.; DA PAZ, D. H. F.; NASCIMENTO, C.R. M. DAS.; DE ARAÚJO, G. V. R.; TAVARES, R. G. Impactos ambientais na bacia do rio Capibaribe: avaliação da poluição de suas águas no centro da cidade do Recife – PE. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió. **Anais XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Maceió: ABRH 2011. Disponível em: < <http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=3&ID=81> > Acesso: em 20 de fev. 2017.

DOS ANJOS NETO, S. P. **O saneamento no Estado do Maranhão**. São Luís, 2006. Disponível em: < [http://www.cvbma.org.br/pdf/artigo\\_.pdf](http://www.cvbma.org.br/pdf/artigo_.pdf) >. Acesso em: 7 de out, 2016.

ESPIRÍTO SANTO, J. M (org.). **São Luís: uma leitura da cidade**. São Luís: Instituto da cidade, 2006.

ESSE, E. C. **Plano municipal integrado de saneamento básico PMISB de São Luís – MA**: Diagnóstico da situação dos sistemas e da prestação dos serviços. São Luís, maio, 2011.

FARIAS, L. M. M.; REZENDES. A. P da C; SABROZA. P. C; SANTOS. R.S. Análise preliminar do Sistema de Informação do Programa de Controle da Esquistossomose no período de 1999 a 2003. **Caderno. de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 23 (1): 235-239, jan. 2007.

FEITOSA, A. C; TROVÃO, J. R. **Atlas escolar do Maranhão**: Espaço Geo-Histórico e Cultural. João Pessoa: Grafset, 2006.

FERREIRA, A. J. de A. **Políticas Territoriais e a reorganização do espaço maranhense**. 2008. 269f. Tese (Doutorado em Geografia humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GUIMARÃES, R. J. P. S. **Ferramentas de geoprocessamento para o estudo e controle da esquistossomose no Estado de Minas Gerais**. 2010. 226f. Tese (Doutorado em Biomedicina) - Grupo Santa Casa de Belo Horizonte. Belo Horizonte, 2010.

GUIMARÃES, R. J.P. S; MASSARA, C.L; CARNEIRO, N.F.F; ENK, M.J. O uso do SIG para estudo da esquistossomose em uma área endêmica de Minas Gerais. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**. Foz do Iguaçu, PR: INPE; abr. 2013.

HELLER, L. **Saneamento e Saúde**. OPAS/OMS. Representação do Brasil, Brasília, 1997.

\_\_\_\_\_. The crisis in water supply: how different it can look through the lens of the human right to water? **Cad. de Saúde Pública**, 2015; 31(3): 44-449.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Município de São Luís**: informações básicas. IBGE: Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 5 de Ago. 2016.

\_\_\_\_\_. **Censo demográfico**: agregado por setores censitários dos resultados do universo. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadcm>> . Acesso em 7 de jul. 2016.

JULIANO, E. F. G. DE A.; MALHEIROS T. F.; MARQUES, R. C. Lideranças comunitárias e o cuidado com a saúde, o meio ambiente e o saneamento nas áreas de vulnerabilidade social. **Ciência & Saúde Coletiva**, 21 (3) : 789-796, 2016.

KRONEMBERGER, D. M. P. Saneamento e Meio Ambiente. (In): BRASIL. **Atlas do Saneamento**. Rio de Janeiro, 2011.

LEONETI, A. B.; DO PRADO, E. L., DE OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Rev. de Administração Pública RAP** — Rio de Janeiro 45 (2):331-48, mar./abr. 2011.

MACEDO DE, L. A. A. **A urbanização da ilha de São Luís e seus impactos ambientais nos recursos hídricos**. São Luís: EDUEMA, 2011.

\_\_\_\_\_. Metropolização na ilha de São Luís e seus impactos sanitários e ambientais. **Revista de Políticas Públicas**, Universidade Federal do Maranhão, São Luís – Maranhão, out., 2012.

MARANHÃO. **Apresentação Operacional**: sistema de abastecimento de água e sistema de esgotamento sanitário. São Luís 2009. Disponível em: < <http://www.caema.ma.gov.br/portalcaema/>> Acesso em 19 de ago. 2016.

MARCELINO, J. M. R. **Avaliação da implementação das ações de vigilância epidemiológica da esquistossomose mansoni**: um estudo de caso no município de União dos 79 Palmares, AL. 2010. 123f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fiocruz, Rio de Janeiro, 2010.

MEDEIROS, A. M. L DE. **Artigos sobre conceito em geoprocessamento**.

E-book biblioteca, 2012. Disponível em: < <http://www.andersonmedeiros.com/e-book-sobre-conceitos-em-geoprocessamento/>>. Acesso em 15 de jun. de 2016.

MELO, A.G.S.; MELO, C.M.; OLIVEIRA, C.C.C.; OLIVEIRA, D.S.; SANTOS, V. B.; JERALDO, V. L. S. Esquistossomose em área de transição rural-urbana: reflexões epidemiológicas. **Ciências Cuidado e Saúde**. 10(3): 506-513, 2011.

MENDES, D. C. T. **Abastecimento de água para consumo humano na área urbana de São Luís**: Onde está a qualidade? 2008. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2008.

MIYASHITA, H.; BARAT, J.; GRANJA, S.I. B. Infraestrutura e retomada do desenvolvimento: saneamento ambiental. **Cadernos Fundap**, São Paulo, n.21, p.44-58, 1997.

NASCIMENTO, A. R.; MOUCHREK-FILHO, J. E.; OLIVEIRA M..B.; MARTINS A. G. L. A.; SOUZA W. A.; SERRA, J. L. Efluentes Domésticos na Proliferação de *Aeromonas* sp. em Pescado de Estuário do Rio Bacanga, São Luís – MA. **Revista Inovação**. N° 4 .Premio Fapema. 2006.

NERI, S. H. A. **A utilização das ferramentas de Geoprocessamento para identificação de comunidades expostas a Hepatite A nas áreas de Ressacas dos Municípios de Macapá e Santana/AP**. 2004. 189f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Engenharia Civil) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

NEWSON. S W. Pioneers in infection control: John Snow, Henry Whitehead, the Broad Street pump, and beginnings of geographical epidemiology. **J Hosp Infect.**; 64(3): 210-6, 2006.

NUGEM, R. de C. **Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) em Porto Alegre – RS**. 2015. 118f. Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Enfermagem, Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Porto Alegre, -RS, 2015.

OLIVEIRA, N. A; **Equidade em saúde, Qualidade de vida e indicadores: Desafios e consequências da avaliação e planejamento urbanos**. 2012 <http://blogs.bvsalud.org/ds/2012/11/27/equidade-em-saude-qualidade-de-vida-e-indicadores-desafios-e-consequencias-da-avaliacao-e-planejamento-urbanos/>

OPAS. ORGANIZAÇÃO PAN – AMERICANA DA SAÚDE. **Atlas de desenvolvimento sustentável e saúde Brasil: 1991 – 2010**. Brasília. 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE- OMS. Declaração de Sundsvall. In: **Ministério da Saúde/FIOCRUZ**. Promoção da Saúde: Cartas de Ottawa, Adelaide, Sundsvall e Santa Fé de Bogotá. Ministério da Saúde/IEC, pp. 31-40, Brasília 1991.

\_\_\_\_\_. **Guidelines for drinking-water quality: third edition incorporating the 1st and 2nd addenda: recommendations**. Geneva, 2008. v. 1. Disponível em: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/fulltext.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf)>. Acesso em 29 de set de 2016.

\_\_\_\_\_. **“Urban planning essential for public health”**. (2010) Acesso em 10 de jun, 2016. Disponível em: [http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban\\_health\\_20100407/en/](http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban_health_20100407/en/)

PEREIRA, M.G. **Métodos empregados em Epidemiologia: Epidemiologia teoria e prática**. 6ªed. Rio de Janeiro (RJ): Guanabara- Koogan; 2002.

PEREIRA, E.D.; F JR, A.C.; C, H. O. S.; C, M. D. F. Reservatório Batatã: importância hídrica e conflitos de uso e ocupação no município de São Luís, Maranhão / Brasil. **Revista Geográfica de América Central**. Costa Rica, p. 1 – 9, Número especial, 2011.

PEREIRA, F. da S.; VIEIRA, I. C. G. Expansão urbana da Região Metropolitana de Belém sob a ótica de um sistema de índices de sustentabilidade. **Rev. Ambient. Água** vol. 11 n. 3 Taubaté – July / Sep. 2016.

PEREHOUSKEI, N. A.; Benaduce, G. M. C. Geografia da saúde e as concepções sobre o território. **Gestão & Regionalidade** - Vol. 23 - Nº 68 - set-dez/2007.

PHILIPPI JR A; MALHEIROS, T. F. Saneamento e Saúde Pública: Integrando homem e ambiente. In: PHILIPPI JR A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 1. ed. Barueri, SP: Manole; 2005.

PRADO, T; MIAGOSTOVICH, M. P. Virologia ambiental e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 30 (7):1367-1378, jul, 2014.

QUEIROZ, A. C. L.; CARDOSO, L. S. DE M.; DA SILVA, S. C. F.; HELLER, L.; CAIRNCROSS, S. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua): lacunas entre a formulação do programa e sua implantação na instância municipal. **Rev. Saúde Soc.** São Paulo, v.21, n.2, p.465-478, 2012.

RAMOS, C.M. **Ocorrência e positividade de *Biomphalaria glabrata* por *Schistosoma mansoni* no bairro da Vila Embratel e sua relação como ambiente**. 2007. 45f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2007.

REGO, N. A. C; BARROS, S. R; SANTOS, J. W. B. Avaliação espaço-temporal da concentração de coliformes termotolerantes na lagoa encantada, Ilhéus, BA. **Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, v. 4, p. 55-69, 2010.

RIBEIRO, W. **Municipalização: os conselhos municipais de educação**. Rio de Janeiro:ed. DP&A, 2004. 116 p.

RODRIGUES, I. O. Abrangência dos serviços de saneamento. In: IBGE. Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão e Ministério das Cidades. **Atlas do Saneamento**. Rio de Janeiro, 2011.

SANTOS, L. F.P. **Indicadores de salubridade ambiental (isa) e sua aplicação para a gestão urbana**. 2012. 131 f. Dissertação (Mestrado em direito Ambiental e Políticas Públicas) - Fundação Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2012.

SCARATTI, D; MICHELON, W; SCARATTI, G. Avaliação da eficiência da gestão dos serviços municipais de abastecimento de água e esgotamento sanitário utilizando Data Envelopment Analysis. **Rev. Eng Sanit Ambient** . v.18 n.4, out/dez. 333-340 2013.

SILVA, G. S.; DOS SANTOS, E. A.; CORRÊA, L. B.; MARQUES, A. L. B.; MARQUES, E. P.; SOUSA, E. R.; DA SILVA, G. S. Avaliação integrada da qualidade de águas superficiais: grau de trofia e proteção da vida aquática nos rios Anil e Bacanga, São Luís – MA. **Rev. Engenharia Sanitária Ambiental**, v.19 n.3, 2014.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; CORDEIRO NETTO, O. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 18 (6): 1713-1724, nov/dez, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v18n6/13268.pdf>. Acesso: dez 2016.

SOUZA, C. M. N. Relação Saneamento-Saúde-Ambiente: os discursos preventivista e da promoção da saúde. **Rev. Saúde Soc.** São Paulo, v.16, n.3, p.125-137, 2007.

SOUZA, C. M. N.; FREITAS, C. M. O saneamento na ótica de profissionais de saneamento-saúde-ambiente: promoção da saúde ou prevenção de doenças? **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 46-53, 2008.

TANIGUSHI, D. G. **Avaliação dos ganhos em escala e escopo na eficiência da prestação dos serviços de saneamento básico segundo dados do SNIS**. 2013. 133f. Tese (doutorado em Saúde pública) Universidade de São Paulo, 2013.

TASSINARI, W.S.; PELEGRINI, D.C.P.; SABROZA, P.C.; CARVALHO, M.S. Distribuição espacial da leptospirose no Município do Rio de Janeiro, Brasil, ao longo dos anos de 1996-1999. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 20 (6):1721-1729, nov-dez, 2004.

TEIXEIRA, J.C.; HELLER, L. Fatores ambientais associados à diarreia infantil em áreas de assentamento subnormal em Juiz de Fora, Minas Gerais. **Rev. Bras. de Saúde Mater. Infant.**, v. 5, n. 4, p. 449-455, 2005.

TRANSVERSAL. **Princípios básicos de geoprocessamento para seu uso em saneamento**: nível 2 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Brasília: Ministério das Cidades, 2008.

XAVIER-DA-SILVA. J. **Geoprocessamento para a Análise Ambiental**. Rio de Janeiro J. Xavier da Silva. 2001.

