



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**DIOGO ANDRÉ LOUZEIRO LOBATO**

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SANEAMENTO BÁSICO E LANÇAMENTO DE  
ESGOTO SANITÁRIO:** Um estudo de caso na Lagoa da Jansen em São Luís - Maranhão

São Luís

2020

**DIOGO ANDRÉ LOUZEIRO LOBATO**

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SANEAMENTO BÁSICO E LANÇAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO:** Um estudo de caso na lagoa da Jansen em São Luís - Maranhão

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil no Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito para a obtenção de pontuação do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Gomes de Santana

São Luís

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Centro Universitário - UNDB / Biblioteca

Lobato, Diogo André Louzeiro

Avaliação das condições de saneamento básico e lançamento de esgoto sanitário: um estudo de caso na Lagoa da Jansen em São Luís-Ma. / Diogo André Louzeiro Lobato. \_\_ São Luís, 2020.

82 f.

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Gomes de Santana.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2020.

1. Esgotamento sanitário. 2. Saneamento. 3. Saneamento – Lagoa da Jansen. I. Título.

CDU 628.2(812.1)

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SANEAMENTO BÁSICO E LANÇAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO: Um estudo de caso na lagoa da Jansen em São Luís - Maranhão**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil no Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito para a obtenção de pontuação do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 07 / 12 / 2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Claudemir Gomes de Santana (Orientador)**

Centro Universitário – UNDB

---

**Prof. Dra. Renata Medeiros Lobo Müller (1º Examinador)**

Centro Universitário – UNDB

---

**Prof. Esp. Rafael Carlos Walachinski (2º Examinador)**

Centro Universitário – UNDB

## AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus, por me dar saúde, bênçãos e condições de chegar nessa etapa e desenvolver a monografia, agradecer também pela minha família, que sempre me ajudou e me motivou a encarar os obstáculos e chegar nessa etapa. Principalmente aos meus pais, Rosângela e Domingos Lobato, e a minha irmã Rafaela, que sempre me ajudaram e me deram forças para progredir várias vezes até chegar esse instante.

Agradecimento em especial a minha madrinha Elizabeth, minha avó de consideração, Almerinda e minha prima, Jéssica, que me ajudaram muito na caminhada, sempre com palavras de conforto e motivação.

Agradecer a Eduarda Lucas, que me ajudou, me incentivou e acreditou comigo que todo esse trabalho daria certo.

Ao meu orientador Claudemir Santana, que sempre se mostrou disposto a ajudar no desenvolvimento do trabalho e dedicou bastante do seu tempo me orientando, em meio a tanto trabalho pessoal.

A todos os integrantes do “Grupo de Estudos”, principalmente Davi Botega, Ithalo Costa e Samuel Vlasmir, já que ao longo da caminhada tivemos muitos obstáculos, mas sempre passamos por eles com imensa relação de ajuda entre todos nós.

A todos do corpo docente que sempre estiveram dispostos a ajudar, e tem uma parcela importantíssima na chegada e conclusão dessa etapa.

Agradecer também a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para que a conclusão dessa monografia fosse possível.

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.*

(Madre Teresa de Calcutá)

## RESUMO

A situação brasileira em relação aos pilares do saneamento básico sempre foi bastante inconstante, as vezes apresentando uma evolução, mas sempre aparecendo localidades onde o sistema é ineficaz ou muitas vezes inexistente, deixando os números cada vez piores. O estudo das condições de saneamento busca alcançar o objetivo de avaliar as condições sanitárias da Lagoa da Jansen, tanto em relação ao esgoto bruto, como também da gestão ambiental em atendimento aos requisitos legais do saneamento, que se apresentam em irregularidade mesmo após várias intervenções ocorridas no local, com propósito de melhorar as condições ambientais. Por meio de uma revisão bibliográfica e coleta de dados no local de estudo, se caracteriza a área e as mudanças que aconteceram durante o tempo, e a partir disso, é feita a análise sobre as condições de saneamento encontradas ao redor de toda a Lagoa da Jansen, contando com o mapeamento e as observações diretas dos sistemas de esgotamento sanitário, sistema de drenagem urbana e a gestão dos resíduos sólidos. Assim, de acordo com a situação encontrada, se mostrou as perspectivas de obras, principalmente as obras no sistema de esgotamento sanitário, como essas obras podem ser capazes de suprir a necessidade da rede coletora e dos outros componentes do sistema de esgotamento.

**Palavras chave:** Saneamento. Lançamento de efluentes. Pilares do saneamento.

## **ABSTRACT**

The Brazilian scene which concerns the pillars of basic sanitation has always been inconsistent, sometimes showing improvement, but always having some localities where the system is ineffective or often nonexistent, resulting in numbers getting worse every time. The study of the sanitary conditions aims to achieve its goal that is to evaluate the sanitariness of the Jansen Lagoon (Lagoa da Jansen), not only about raw sewage, but also about environmental management in regards to satisfy the legal requirements about sanitation, that still being irregular even though after several local interventions, with the purpose of improve the environmental conditions. Through a bibliographic review and local data collection, the area and the changes that had happened are characterized, and from that, an analysis is conducted about the sanitary conditions found on the Jansen Lagoon surroundings, mapping and observing directly the sewage systems, urban drainage systems and solid waste management. Therefore, given the situation, its shown perspectives of the constructions, especially the constructions of the sewage system, how these constructions are capable of fulfilling the needs of the whole sewage system.

**Keywords:** Sanitation. Effluents. Pillars of sanitation.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Extensão da rede de esgoto maranhense.....	22
Figura 2 - Bacias de Esgotamento Sanitário.....	23
Figura 3 - Tratamento preliminar.....	28
Figura 4 – Tratamento primário – decantação.....	29
Figura 5 – Traçado de rede do tipo perpendicular.....	33
Figura 6 - Traçado de rede do tipo em leque.....	33
Figura 7 - Traçado de rede do tipo radial ou distrital.....	34
Figura 8 – Consequências da Urbanização na hidrologia urbana.....	40
Figura 9 – Macro e Micro Drenagem.....	42
Figura 10 – Lagoa da Jansen em 1975.....	47
Figura 11 - Lagoa da Jansen no ano de 2011.....	47
Figura 12 - Ponto PE-5.....	52
Figura 13 - Obstrução do ponto PE-5.....	52
Figura 14 - Ponto da Estação Elevatória (PEEE-8).....	53
Figura 15 - Localização da Estação Elevatória (PEEE-8).....	54
Figura 16 - Ponto PE-10.....	55
Figura 17 - Condomínio localizado em frente ao ponto PE-10.....	55
Figura 18 - Área contínua de pontos de esgoto.....	58
Figura 19 - Ponto PE – 31.....	58
Figura 20 - Ponto PE – 33.....	59
Figura 21 - Ponto PE – 49.....	60
Figura 22 - Área contínua de pontos de esgoto 2.....	61
Figura 23 - Ponto PE - 63.....	62
Figura 24 – Sistema São Francisco.....	63
Figura 25 – Ponto PD – 2 .....	65
Figura 26 - Ponto PD – 9. ....	66
Figura 27 - Ponto PD – 43.....	67
Figura 28 - Ponto PD – 77.....	68
Figura 29 - Pontos de coleta no entorno da Lagoa da Jansen.....	69
Figura 30 - Ponto PR – 2.....	70
Figura 31 - Ponto PR – 6.....	71
Figura 32 - Ponto PR – 13.....	72

Gráfico 1 - Pontos de Lançamento de Esgoto.....	51
---	----

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Obras executadas na Lagoa da Jansen.....	<b>57</b>
---	-----------

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Declividade mínima.....	35
Equação 2 – Declividade máxima.....	36
Equação 3 – Diâmetro do coletor.....	36
Equação 4 – Velocidade crítica.....	37
Equação 5 – Vazão de Esgoto Sanitário.....	38

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas

**CAEMA** – Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão

**DBO** - Demanda biológica de oxigênio

**ETE** – Estação de tratamento de esgoto

**FUNASA** – Fundação Nacional de Saúde

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IMESC** - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos

**NBR** - Norma Brasileira Regulamentadora

**PMSB** – Plano Municipal de Saneamento Básico

**PNRS** – Plano Nacional de Resíduos Sólidos

**RECESA** - Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental

**SEMOSP** – Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos

**SES** - Sistema de Esgotamento Sanitário

**SNIS** – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

**PAC** - Programa de Aceleração do Crescimento

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 Problema.....	16
1.2 Hipóteses .....	17
1.3 Objetivos .....	17
1.3.1 Geral .....	17
1.3.2 Especificos.....	17
1.4 Justificativa.....	18
1.5 Síntese metodológica.....	18
<b>2 O SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO NO BRASIL.....</b>	<b>20</b>
<b>3 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – CONCEITOS .....</b>	<b>24</b>
3.1 Partes do Sistema de Esgoto Sanitário .....	25
3.2. Tipos de Tratamento.....	27
3.3 Tipos de Sistema de Esgoto Sanitário .....	30
3.4 Critérios adotados em projeto.....	32
<b>4 DRENAGEM URBANA .....</b>	<b>40</b>
<b>5 LEGISLAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO E GESTÃO DE RESÍDUOS .....</b>	<b>43</b>
<b>6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>45</b>
6.1 Aspectos físicos e geográficos .....	45
6.2 Zoneamento, parcelamento e uso e ocupação da terra na área .....	45
6.3 Algumas ações ambientais ocorridas na área .....	46
6.4 Situação da água .....	48
<b>7 METODOLOGIA .....</b>	<b>49</b>
<b>7.1 Tipo de Pesquisa .....</b>	<b>49</b>
<b>7.2 Local de Estudo .....</b>	<b>49</b>
<b>7.3 Coleta de Dados .....</b>	<b>49</b>
<b>7.4 Análise de Dados .....</b>	<b>49</b>
<b>8 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>50</b>
8.1 Situação atual do Parque Ecológico Lagoa da Jansen .....	50
8.1.1 Sistema de Esgotamento Sanitário .....	50
8.1.2 Sistema de Drenagem urbana .....	64
8.1.3 Gestão dos Resíduos Sólidos .....	68
8.2 Viabilidade da integração entre os sistemas .....	72
<b>9 CONCLUSÃO .....</b>	<b>74</b>

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>75</b>
-------------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico abrange uma parte muito importante no desenvolvimento das cidades, responsável por uma gama bem ampla de fatores imprescindíveis para o crescimento socioeconômico da população. O saneamento básico junta sistema de esgotamento sanitário, sua coleta e tratamento, gestão dos resíduos sólidos, controle de enchentes e inundações ribeirinhas (Drenagem) e Água potável.

A situação do Brasil em relação ao sistema de esgotamento sanitário e os outros pilares do saneamento é extremamente preocupante, a falta de investimentos nessa área, acaba por prejudicar o desenvolvimento da nação mesmo em relação a países em desenvolvimento. Assim, esse tipo de omissão na aplicação e funcionamento dos sistemas do saneamento básico gera uma série de problemas a saúde da população, como resíduos sólidos espalhados em qualquer lugar, vindo a contaminar os mananciais, água sem tratamento, sendo vetor de várias doenças, e essas doenças acabam por dificultar o rendimento das pessoas, principalmente de pessoas que tem condições sociais menores (RADESCA, 2018).

Então, devido a essa série de problemas é de extrema importância que os sistemas integrantes do Saneamento Básico sejam aplicados nos locais de forma correta, uma vez que até a nomenclatura já entrega que a concepção desses sistemas é um direito básico para o bem-estar dos cidadãos. Porém, esses pilares do saneamento e em especial, o sistema de esgotamento sanitário, na maioria das vezes se apresenta de forma precária e em deterioração, em algumas localidades sofrendo com os efeitos da urbanização.

Com o objetivo de melhorar as condições de saneamento no país, teve a criação da Lei nº 11.445/2007, regulamentando os 4 pilares do saneamento e dando aos municípios a responsabilidade de elaborarem os planos de saneamento municipais (PMSB). Sendo esse bem amplo nas suas alegações, vislumbrando não somente o tempo de aplicação como as previsões de futuras manutenções e mudanças no PMSB (BRASIL, 2007).

Então, isso tudo se torna um impulso para esse estudo, a situação atual, segundo o SNIS, de estudos realizados no ano de 2018, foram relatados 28,1% de municípios com valores referentes a menos que 30% de esgoto tratado, além de mais de 1500 municípios que não foi possível obter informações, escancarando a realidade brasileira no quesito de Sistema de Esgotamento Sanitário (SNIS, 2018).

Com as contribuições que a legislação traz, aliada ao plano de responsabilidade do município, e a situação dos pilares do saneamento, o que ocorre com as cidades brasileiras é



resultado de complexos fatores que determinam a aplicação conforme determinado as normas e a Lei.

Os efeitos da urbanização também acabam deteriorando a situação, devido em alguns lugares, os sistemas acabarem recebendo materiais que não são determinados a eles trabalharem, exemplo de rede de drenagem receber águas residuais. Isso evidencia a falta de programas de combate a estas irregularidades, sendo possível ver isso somente em países mais desenvolvidos, como EUA, Austrália e Reino Unido (RADESCA, 2018).

Nesse contexto, é essencial a avaliação dos pontos que não estão em conformidade com todos os padrões supracitados, ainda mais que desde o início na cidade sempre foram jogados esgotos *in natura*, em vários locais incorretos, exemplos de rios, praias, nas vias públicas e nos manguezais. Logo, não seria diferente para uma localidade que mesmo sendo um Parque Ecológico, tem uma área abundante acometida muitas vezes de focos de degradação do meio ambiente, devido a empreendimentos e a ação humana (SNIS, 2018).

O termo laguna para a área de estudo é o mais indicado, pois se trata de uma lagoa contendo água salgada e localizada em uma área com o entorno litorâneo, e ainda existem duas comportas que regulam o fluxo de água da lagoa com o oceano. Todavia, vamos defini-la nesse trabalho como Lagoa da Jansen, levando em consideração que é popularmente conhecida dessa forma, e a maioria dos órgãos e documentos estaduais a tratam dessa maneira.

## **1.1 Problema**

A situação brasileira de saneamento básico, tem se mostrado em condições sanitárias péssimas nas áreas públicas, que ficam bem longe da real atenção que deve ser dada pelo poder público quanto aos investimentos nesta área, para proporcionar mais qualidade de vida para a população. Então, é possível identificar em várias áreas públicas, a falta de gestão e controle com vistas ao cumprimento dos requisitos legais relacionamentos aos investimentos e planejamento urbano, para minimizar os problemas de saneamento básico nas cidades.

Nesse sentido, faz necessário realizar diagnósticos periódicos para acompanhar os problemas relacionados ao saneamento básico, visando identificar as anomalias mais comuns que poderiam ser resolvidas com planejamento e gestão pública, atendendo os requisitos legais e assegurando a população maior qualidade de vida. Este assunto é tão relevante, que a Lei nº 11.445/2007 inova quando trata implicitamente o saneamento básico como direito social, um direito não apenas dos atuais usuários, mas de todos os cidadãos Brasileiros.

A carência do esgotamento sanitário é uma realidade do país. Nesse sentido, é relevante identificar as áreas que não são atendidas e qual é o tipo de urbanização que predomina nessas áreas. Se a urbanização for do tipo desordenada, sem planejamento (caso típico de vilas, favelas e loteamentos clandestinos), o atendimento por formas convencionais de esgotamento sanitário pode exigir ações conjuntas de urbanização e/ou remoções e desapropriações.

O sistema de saneamento, tem como função juntar 4 pilares sendo estes, drenagem, resíduos sólidos, água tratada e esgotamento sanitário, no caso, a avaliação tem como base identificar as possíveis anomalias e realizar a integração dos pilares do saneamento básico na área em estudo, com os seguintes questionamentos: Porque a área da Lagoa da Jansen libera odores desagradáveis? Quais as condições de saneamento básico no local? Há evidências lançamento de efluentes na Lagoa?

## **1.2 Hipóteses**

- O sistema de esgotamento sanitário está sendo usado de forma correta na região.
- São drenados efluentes brutos na Lagoa que geram odores desagradáveis.
- Os resíduos sólidos urbanos sendo dispostos nas áreas da Lagoa estão em desacordo com a política Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos – Lei 12.305/2010.
- É viável utilizar uma integração entre o sistema de esgotamento e outros sistemas que podem estar sendo coletados no mesmo lugar.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Geral**

Avaliação das condições sanitárias da Lagoa da Jansen em relação a presença de esgoto bruto e gestão ambiental em atendimento aos requisitos legais de saneamento básico.

### **1.3.2 Específicos**

- Identificação dos pontos de lançamento de esgoto *in natura*;
- Mapear os pontos de disposição irregular de resíduos sólidos em torno da Lagoa;
- Mapear a rede de drenagem em torno da Lagoa.

## 1.4 Justificativa

O Estado do Maranhão precisa avançar em vários pontos com relação ao saneamento básico. Há áreas onde ainda se encontra esgoto sendo lançado de forma *in natura* e resíduos sólidos urbanos dispostos de forma irregular, causando problemas para a população que fica exposta aos aspectos negativos ocasionado pelo descumprimento da Lei de saneamento básico ou falta de ações de médio e longo prazo que visem solucionar tais problemas. O saneamento básico é definido como um conjunto de serviços, infraestrutura e as instalações no lugar devido como já foi dito anteriormente, isso tudo deve estar integrado com uma boa gestão e com as políticas públicas.

É visto que nessas obras de saneamento discute-se muito o insucesso das implantações, bem como os déficits de redes coletoras e de tratamento de água potável. Além disso vale ressaltar as conexões clandestinas entre as redes dos sistemas de esgotamento sanitário e drenagem pluvial.

Outro ponto é a prioridade e criticidade desses fatores, países que tem seu esgotamento sanitário organizado demandam de maior prioridade para esses assuntos, nesses países o número de ligações clandestinas entre sistemas é absurdamente menor.

Portanto deve ser feito uma análise nesse tipo de sistema, com intuito de abarcar todos os objetivos legais que são colocados para o sistema de esgotamento sanitário. Colocando assim os conhecimentos de saneamento ambiental e as leis e portarias vigentes, para avaliar a atual situação de saneamento, identificando pontos de lançamento de esgoto bruto e disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no entorno da Lagoa da Jansen - MA, com o intuito de identificar as anomalias e propor possíveis soluções para atender os requisitos legais e proporcionar maior qualidade de vida para a população.

## 1.5 Síntese metodológica

A estrutura desse trabalho é dividida em fundamentação teórica, metodologia e referências bibliográficas.

Dessa forma, se descreve antes o problema que o tema deste trabalho aborda, os objetivos deste trabalho e a justificativa para desenvolvê-lo.

No capítulo 2, que determina o início do referencial teórico, descreve-se o sistema de esgoto de uma forma geral no Brasil, e trazendo um histórico desde sua definição dada em norma, até como vem sendo desenvolvida nos dias atuais.

Continuando o raciocínio, o capítulo 3 que também faz parte do referencial teórico, aborda-se aspectos importantes do trabalho, que são os conceitos de um sistema de esgoto sanitário, os tipos de esgotos existentes, as características do tipo de esgoto utilizado no território brasileiro, em sua maioria, descreve os tipos de tratamento feito por um sistema de esgotamento sanitário e mostra os critérios adotados para a concepção de um sistema desse tipo, por mais que não seja o objetivo do trabalho a confecção de um projeto, mas é necessário a abordagem dos critérios adotados, pois vão ser importantes na avaliação do local de estudo.

E o Capítulo 4, parte do referencial teórico, mostra a drenagem urbana, seu principal objetivo, os efeitos que podem causar impactos no sistema de drenagem, os problemas de alagamento e inundações, detalha os sistemas de macro e micro drenagem e medidas de controle para melhorar o sistema.

O capítulo 5 que ainda é referencial teórico, retrata a legislação em volta do saneamento básico, as vertentes que o saneamento básico engloba e explica com a política nacional de resíduos sólidos e o plano municipal de saneamento básico a importância desses fatores no controle dos lançamentos de efluentes.

Já o capítulo 6, constituindo ainda o referencial teórico, detalha outra parte importante deste trabalho, que é a caracterização da área de estudo, mostrando os aspectos físicos e geográficos da área da Lagoa, questões como zoneamento e ocupação da terra, as mudanças e ocorrências ambientais que a área foi exposta e as condições que a água se encontra levando em consideração o lançamento de esgotos *in natura*.

O capítulo 7 aponta a metodologia aplicada na pesquisa, detalhando o local de estudo, como foi feita a coleta e análise dos dados, e quais ferramentas foram necessárias para o desenvolvimento da pesquisa.

Capítulo 8 – Este é referente aos resultados do mapeamento e identificação dos pontos referentes aos três pilares analisados do saneamento básico, sistema de esgotamento sanitário, drenagem urbana e gestão dos resíduos sólidos. Assim, é apresentada a situação atual de degradação dos sistemas e os impactos dessa degradação no meio ambiente da área, e diante disso analisar a viabilidade da integração dos sistemas.

Conclusão – Este capítulo mostra as considerações finais acerca dos estudos e resultados alcançados, revelando a situação na qual se encontra a Lagoa da Jansen e as soluções para ter um saneamento básico efetivo no local.

## 2 O SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO NO BRASIL

De acordo com a NBR 9648/96, caracteriza-se o esgoto sanitário como, “Conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente esgoto sanitário a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro”. E o esgoto sanitário faz parte do saneamento básico uma população, a falta disso afeta o desenvolvimento da sociedade.

Para fazer a concepção de um sistema de esgoto sanitário, o conjunto de estudos e conclusões referentes ao estabelecimento deve conter todas as diretrizes necessárias, parâmetros e definições necessárias e suficientes para a caracterização completa do sistema a projetar (TSUTIYA *et.al.*, 2011).

Assim também existe a regulamentação vigente, por meio da lei nº 11.445 de 2007, nela existem os objetivos que são os princípios fundamentais: a universalização do acesso, integralidade dos componentes e eficácia das ações e resultados, os 4 pilares do saneamento, água potável, esgotamento, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, adoções de métodos e técnicas que funcionem, articulação com as políticas de desenvolvimento urbano, eficiência e sustentabilidade econômica e controle social (BRASIL, 2007).

Nesse momento começa uma nova e desafiadora fase do saneamento no Brasil, todo o poder e protagonismo é de titularidade do município. São impostas de forma clara, as responsabilidades quanto ao planejamento, ação indelegável a outro ente, à prestação, à regulação, à fiscalização dos serviços e à promoção da participação e controle social (BRASIL, 2011).

De acordo com o texto da lei, é visto o apelo federal feito para usarem o sistema de separador absoluto, fazendo os municípios obedecerem. E as soluções individuais de saneamento somente serão aceitas se não existir as redes públicas de saneamento, ainda que isso aconteça deve-se obedecer as normas reguladoras e órgãos responsáveis (FADEL, 2013).

Porém, apesar dessa regulamentação e das normas, a situação do país está bem longe da ideal. O diagnóstico do sistema de esgotamento sanitário mostra que 1.580 municípios possuem percentual superior a 90,0%; 133 municípios estão na faixa de 60,1 a 90,0%; 98 municípios encontram-se na faixa de 30,0 a 60,0%; e 705 municípios possuem índice de tratamento inferior a 30% (SNIS, 2018).

Ainda de acordo com o SNIS, no território brasileiro destaca-se 1531 municípios que não possuem rede coletora de esgotos e ainda 1523 municípios que não possuem informação.

Nos países de clima quente as doenças são veiculadas a um déficit no saneamento ocorrem mais durante a estação chuvosa, a recorrência de inundações e secas aumentam e com elas o risco de doenças, as mais frequentes diarreias e verminoses, são duas das doenças citadas com maior frequência pelos municípios. Suas causas são diversas e, normalmente, associadas à ingestão de ou contato com água e alimentos contaminados. Elas estão, portanto, fortemente vinculadas às condições de saneamento básico (IBGE, 2017).

Esses dados evidenciam que os municípios ainda não têm noção da responsabilidade com o esgotamento sanitário. Estima-se que a cada dólar investido em saneamento básico gera um retorno de US\$ 9,00 para a economia (CARDOSO, 2019).

O despejo inadequado dos dejetos humanos desencadeia o aumento de doenças veiculadas a contaminação do solo e água. O esgoto é composto por resíduos que podem contaminar o meio ambiente e prejudicar a saúde pública se não receber o devido tratamento.

Portanto, é importantíssimo que os municípios e governo federal destinem investimentos previstos para o setor de saneamento básico sejam maiores gradativamente, contribuindo para reverter este cenário de precariedade que o saneamento básico, refletindo diretamente na saúde pública, apresenta atualmente no Brasil.

## 2.1 Sistema de esgoto sanitário no Maranhão

O estado do Maranhão tem situação precária. O mesmo destoa bastante da situação do país e isso é alarmante, considerando o panorama brasileiro, esses índices de esgotamento sanitário podem ser comparados com países e estados dentre os mais pobres financeiramente.

O Instituto Trata Brasil (2016), o Maranhão está em uma faixa do país que coleta de 10 a 20% do esgoto gerado, existem ainda municípios do estado que sequer tem informações. Em relação ao esgoto, o Maranhão tem tratado somente cerca de 12,07% de coleta de esgotos, deixando assim praias impróprias para banho, pois na falta de emissários ou qualquer outro tipo de sistema coletor o esgoto sanitário é jogado *in natura* nas praias.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o número da extensão da rede teve uma diminuição, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Extensão da rede esgoto maranhense



Fonte: SNIS, (2017).

Na redução de serviços de água e esgoto, a tarifa média cobrada por esses serviços teve aumento no Maranhão, ou seja, o sistema fica menos amplo enquanto as tarifas se elevam (CARDOSO, 2019).

## 2.2 Sistema de esgoto sanitário em São Luís

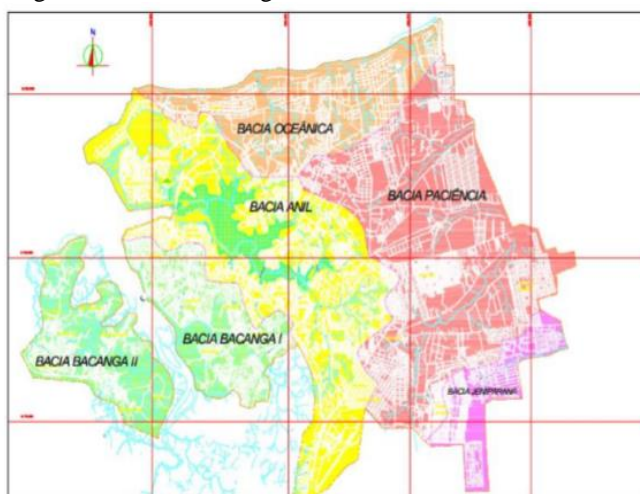
Ao longo dos anos, observa-se no maior centro urbano do Maranhão, São Luís, o agravamento da situação sanitária e ambiental existentes, em decorrência de um sistema de esgotamento sanitário ineficiente, principalmente por conta do aumento populacional no decorrer do tempo. Devido às limitações do sistema, a Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão, CAEMA, em parceria com a empresa ESSE Engenharia e Consultoria, desenvolveu no período de 1995 a 1998 um projeto denominado “Programa de Saneamento Ambiental da Ilha de São Luís”, no intuito de melhorar as condições sanitárias da época e no futuro (ANJOS NETO, 2006).

Assim esse programa teve como abrangência a ilha de São Luís, com objetivos que segundo a CAEMA, são os seguintes: a ampliação da rede coletora, interceptores e emissários; o tratamento dos esgotos; a desinfecção dos efluentes; Arranjos espaciais dos componentes do sistema que propiciem a máxima modulação possível das unidades; soluções econômicas, sanitária e ambiental; estrutura gerencial e capacitação técnica para manutenção e operação do sistema existente e do que irá ser implantado; captação de recursos para dar suporte ao Programa de Saneamento Ambiental da Ilha de São Luís (SILVA, 2015).

Então, o projeto de esgotamento foi dividido em etapas, cinco pra ser mais exato, onde deveriam ter ocorrido as obras. No entanto, das etapas com metas para 2005, 2010 e 2015, nem todas foram cumpridas. Ainda assim, a última etapa tem meta para o ano de 2020.

O sistema está dividido em 5 bacias de esgotamento sanitário, algumas localizadas em bacias hidrográficas. São bacias de esgotamento sanitário as Bacias: Anil, Bacanga, Paciência, Oceânica e Jeniparana (Figura 2).

Figura 2 - Bacias de Esgotamento Sanitário.



Fonte: ANJOS NETO, (2006).

Mesmo tendo toda essa divisão a capital tem números ruins de acordo com o (SNIS, 2017), somente cerca de 48,35 % da população tem coleta de esgotos, se mudarmos o panorama para somente a parte urbanizada da capital o número é de 51,19% de coleta de esgoto. Mas essa coleta não significa que o esgoto será tratado e distribuído corretamente.

O papel dos Governos Municipais deve ser o de maior interessado em investir no saneamento básico, especialmente nas áreas urbanas, onde atualmente se concentra um maior número de pessoas ou aglomerações, fazendo com que tenhamos um espaço produtor de maiores volumes de lixo e de esgotos.



### 3 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – CONCEITOS

Como diz a NBR 9648/96, o objetivo do esgoto é tirar deles detritos, sólidos grosseiros e microrganismo deixando as águas limpas de forma que possam ser devolvidas a natureza. Então, conforme (ARAUJO, 2012, p. 5), “(..) são necessários sistemas de esgotamento que garantam boas condições de higiene com ventilação, sistemas de inspeção e limpeza, sendo lançados na rede de esgotos da cidade”.

Logo ressaltamos a importância da cidade ter uma rede de esgoto efetiva e ser aplicada em concordância com as principais finalidades na implantação de um sistema de esgotamento sanitário em uma cidade podem ser baseadas em quatro aspectos fundamentais: higiênico, social, econômico e ambiental.

A mesma norma ainda impõe como deve ser a composição do esgoto sanitário, sendo ele isento de resíduo industrial: 99,87% de água; 0,04% de sólidos sedimentáveis, 0,02% de sólidos não sedimentáveis, 0,07% de substâncias dissolvidas (ABNT, 1986).

A Funasa, por meio do Manual de Saneamento (2015), distingue os esgotos em dois grandes grupos:

- **Esgotos Domésticos** - A sua composição é essencialmente orgânica, compreendendo as águas que contêm a matéria originada pelos dejetos humanos no esgotamento de peças sanitárias e as águas servidas provenientes das atividades domésticas, tais como banho, lavagens de pisos, utensílios, roupas;
- **Esgotos Industriais** - A sua composição pode variar de orgânica a mineral, geralmente mais rica em sólidos dissolvidos minerais do que os esgotos domésticos. Compreendem os resíduos orgânicos de indústria de alimentos, matadouros, e outras com predominância da agroindústria; as águas residuárias procedentes de indústrias de metais, químicas e outras; as águas residuárias procedentes de indústrias de cerâmica, água de refrigeração e de tantos outros ramos da indústria.

Existem algumas publicações que ainda colocam esgoto pluvial provenientes das chuvas, no entanto a denominação correta atualmente para este tipo de despejo é drenagem de águas pluviais urbanas.

### 3.1 Partes do Sistema de Esgoto Sanitário

O Sistema de Esgotamento Sanitário é composto por diversas partes. Tsutiya *et.al.* (2011), divide esse sistema da seguinte forma: rede coletora, interceptor, emissário, sifão invertido, corpo de água receptor, estação elevatória e estação de tratamento.

#### 3.1.1 Rede coletora

Definida como conjunto de ligações destinadas a receber e conduzir os esgotos das ligações prediais, coletores de esgoto e seus órgãos acessórios.

Segundo TSUTIYA *et.al.* (2011), a rede coletora é composta pelas seguintes partes:

- Ligação predial: “trecho do coletor predial compreendido entre o limite do terreno e o coletor de esgoto” (ABNT, 1986).
- Coletor de esgoto ou coletor secundário: “tubulação da rede coletora que recebe contribuição de esgoto dos coletores prediais em qualquer ponto ao longo de seu comprimento” (ABNT, 1986).
- Coletor principal: “coletor de esgoto de maior extensão dentro de uma mesma bacia” (ABNT, 1986).
- Coletor Tronco: “tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores” (ABNT, 1986)
- Órgãos Acessórios de rede: dispositivos que evitam ou minimizam entupimentos nos pontos de singularidade das tubulações, como curvas, pontos de afluência de tubulações, possibilitando o acesso de pessoas ou equipamentos nesses pontos. Estes são imprescindíveis uma vez que nos esgotos há uma grande quantidade de sólidos orgânicos e minerais e a rede funcionar como conduto livre com declividades muitas vezes pequenas (TSUTIYA *et.al.*, 2011). Segundo a mesma bibliografia estes dispositivos podem ser do tipo:

a) Poço de visita - PV: dispositivo fixo, constituído por uma construção composta de chaminé de acesso na parte superior (permite a visita) e uma parte mais ampla denominada balão.

b) Terminal de Limpeza - TL: dispositivo não visitável composto por tubulação que permite a introdução de equipamento de limpeza e pode substituir o poço de visita no início dos coletores.

c) Caixa de Passagem - CP: Câmara sem acesso localizadas em mudanças de direção ou declividades. Normalmente não utilizada por não permitir o acesso ao dispositivo.

d) Tubo de Inspeção e Limpeza - TIL: dispositivo não visitável que permite inspeção e introdução de equipamentos de limpeza e desobstrução dos coletores.

### 3.1.2 Interceptor

A NBR 12207 (ABNT, 1992), define interceptor como a “canalização cuja função precípua é receber e transportar o esgoto sanitário coletado, caracterizado pela defasagem das contribuições, da qual resulta o amortecimento das vazões máximas”. Este não recebe ligações prediais diretas e localiza-se em partes mais baixas da bacia, em geral ao longo das margens de coleções de água, normalmente margeando cursos d’água ou canais.

### 3.1.3 Emissário

Define-se emissário como, “tubulação que recebe esgoto exclusivamente na extremidade de montante”. É uma canalização que recebe coletores ao longo de seu comprimento, podendo receber descarga de uma estação elevatória, estação de tratamento ou simplesmente de coletores de esgotos e interceptores (TSUTIYA *et.al*, 2011).

### 3.1.4 Sifão invertido

Trecho rebaixado de coletor com escoamento sob pressão que provoca a interrupção do fluxo da mistura de ar e gases que ocorre na lâmina livre do tubo concomitantemente com a interrupção do curso do escoamento livre do esgoto (NUVOLARI, 2011).

Esses sifões têm como finalidade transpor obstáculos, os em formato de “U” têm como objetivo a transposição de obstáculos como galerias de águas pluviais, linhas férreas, entre outros (PIRES, 2018).

### 3.1.5 Corpo de água receptor

Se refere a todo tipo de local natural onde se despeja o esgoto em seu estágio final.

### 3.1.6 Estação elevatória de esgoto

A estação elevatória é conceituada por (MENDES, 2018, p. 4) da seguinte forma, “(..) destinadas a transferir os esgotos de uma cota mais baixa para uma cota mais elevada, em diversas partes do sistema SES, como: na fase da coleta, na fase do transporte, no processo de tratamento de esgoto e na disposição final”.

Esse tipo de estação é colocado sempre que não puder ser feito o escoamento dos esgotos por gravidade, e atender o ponto de vista técnico e econômico, portanto, é necessário o uso destas instalações que transmitam à líquida energia suficiente para permitir tal escoamento. (CARTA, 2019)

### 3.1.7 Estação de tratamento de esgoto

Segundo TSUTIYA *et. al.* (2011), “conjunto de instalações destinadas à depuração dos esgotos, antes do seu lançamento”. A lógica da ETE é a de voltar o líquido ao corpo receptor livre dos poluentes dos esgotos, os quais contribuem para causar uma deterioração da qualidade. Um sistema de esgotamento somente pode ser taxado como tal se tiver essa etapa de tratamento.

## 3.2 Tipos de Tratamento

Uma escolha importante para o tratamento de esgotos, industrial ou doméstico, é a necessidade de um estudo do tipo de efluente e a qualidade dos esgotos por meio de análises físicas, químicas e biológicas, a fim de se determinar o melhor sistema de tratamento (CARTA, 2019).

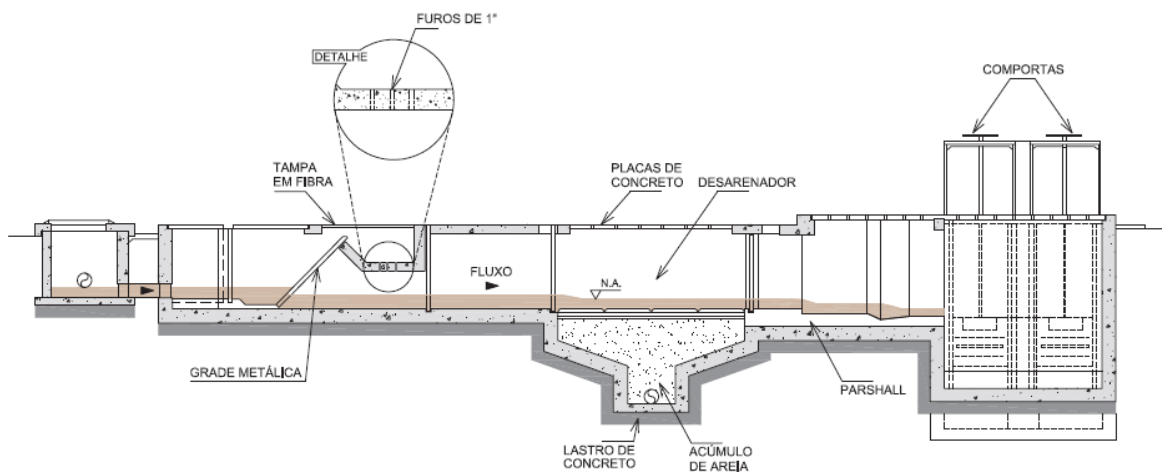
Em esgotos domésticos, os pontos levados em consideração tendem a ser: sólidos suspensos totais, DBO total, nitrogênio total, fósforo total e coliformes termotolerantes. Já os esgotos industriais, devido às mais diversas atividades desenvolvidas pelos setores da indústria, requerem de estudos mais específicos para adequação do tipo de tratamento ideal (FUNASA, 2015).

No nosso país são usados principalmente três tipos de sistemas, o Sistema Primário, Secundário e Terciário, e também um tratamento preliminar.

### 3.2.1 Tratamento preliminar

É definido como a passagem do esgoto que chega a estação de tratamento por grades de ferro ou aço (Figura 3), sendo um processo de forma exclusivamente física para a remoção de sólidos grosseiros em suspensão e de matérias parados e pesados, detritos, areia, que vem de lavagem, enxurradas, infiltrações, águas residuárias das indústrias entre outros. Os processos mais usados para a remoção desses sólidos são do tipo físicos, por meio de gradeamentos, desarenadores, processos de sedimentação (CARTA, 2019).

Figura 3 - tratamento preliminar



Fonte: FUNASA, (2015).

Esse tratamento como o próprio nome diz é o começo, fica restrito a eliminar os sólidos grosseiros, substâncias ou materiais que não fazem parte do esgoto, a configuração do tratamento evidencia esse cuidado.

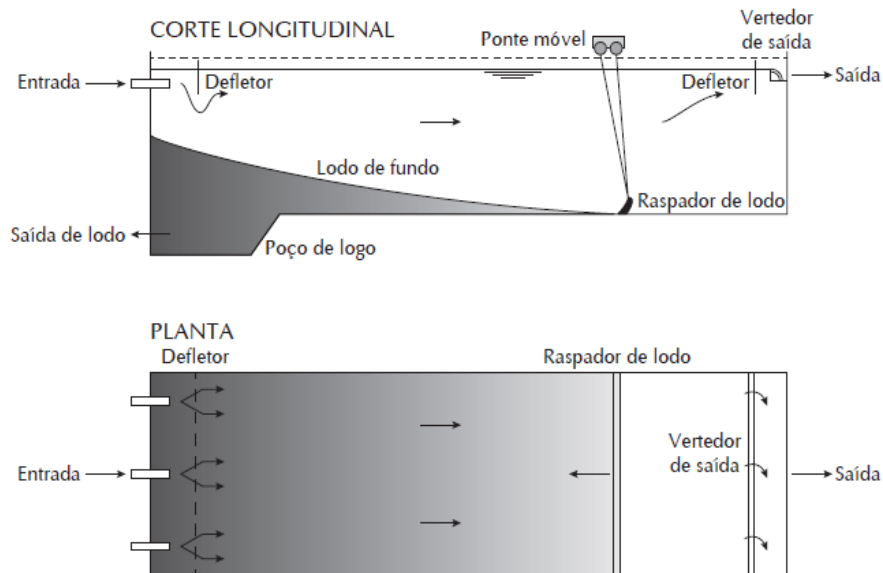
### 3.2.2 Tratamento primário

A (FUNASA, 2015, p. 248) explica esse tratamento como, “Visa remover os sólidos em suspensão sedimentáveis, incluindo a parte da matéria orgânica em suspensão grossa, sendo predominante o mecanismo físico de sedimentação e a fase de digestão e estabilização da matéria orgânica sedimentada pela via anaeróbia”. Esse tratamento tem como finalidade permitir que somente a composição exata do esgoto siga para a próxima etapa, no caso o tratamento

secundário, ou que sejam despejados eventualmente nos corpos receptores, contudo isso é muito raro.

Esse tratamento acontece pela passagem vagarosa do esgoto com o intuito de os sólidos em suspensão se depositem no fundo da unidade de tratamento constituindo o lodo primário bruto (Figura 4).

Figura 4 - tratamento primário – decantação



Fonte: FUNASA, (2015).

Nessa etapa os percentuais de remoção circulam entre 40 a 70% nos sólidos em suspensão e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) fica entre 25<sup>a</sup> 40% e também nos coliformes.

### 3.2.3 Tratamento Secundário

Nesta etapa o objetivo é a remoção de matéria orgânica, essa fase também é chamada de fase biológica, sendo que a matéria orgânica é estabilizada por meio de processos naturais de decomposição por organismos vivos. Os principais agentes biológicos são as Lagoas de Estabilização, Filtros Anaeróbios e Reatores Anaeróbios (VON SPERLING,2014).

### 3.2.4 Tratamento terciário

Sendo esse o ultimo estagio, é feito a retirada de compostos específicos não biodegradáveis, ainda remanescentes do tratamento secundário, como compostos tóxicos, metais

pesados, a fim de adequar os efluentes de uma forma a permitir seu lançamento nos corpos hídricos respeitando a legislação vigente (VON SPERLING,2014).

### 3.3 Tipos de Sistema de Esgoto Sanitário

Geralmente os tipos de sistema de esgotamento são divididos em sistemas individuais, mas comuns em residências, ou seja, cada residência fica responsável sobre sua gestão de resíduos sólidos e os sistemas coletivos. No caso de sistemas de esgotamento sanitário individuais, são compostos de fossas sépticas e sumidouros. O sistema combinado individual, deixou de ser uma alternativa adequada à medida que houve o crescimento populacional e conseqüentemente o aumento da ocupação do solo. Para o atendimento de uma comunidade são recomendados os sistemas coletivos, estes, são constituídos de tubulações que recebem os efluentes para transportar de forma adequada ao destino final (COSTA, 2012).

Os sistemas coletivos são divididos em: Sistema unitário ou combinado, Sistema de Separador Parcial, Sistema de Separador Absoluto.

#### 3.3.1 Sistema Unitário ou Combinado

SILVA (2013, p. 11) afirma que, “este sistema tem como funcionalidade coletar os esgotos juntamente com as águas pluviais, este, normalmente não é utilizado devido à exigência de maiores investimentos iniciais, por necessitar de condutos de diâmetros grandes (...)”. Esse sistema possui importantes desvantagens em comparação com os demais, como por exemplo:

- Investimentos altos na construção de grandes galerias;
- Funcionamento ineficiente em ruas sem pavimentação;
- Essas construções mais demoradas por se tratar de grandes dimensões, o uso de máquinas é maior, criando maiores dificuldades físicas e no cotidiano da população da área atingida.
- Odor exalado em determinadas partes do sistema (COSTA, 2012).

#### 3.3.2 Sistema de Separador Parcial

Compreendido como um sistema em que uma parcela das águas de chuva, provenientes de telhados e pátios das economias são encaminhadas juntamente com as águas residuárias e águas de infiltração do subsolo para um único sistema de coleta e transporte de

esgotos que separa somente dois sistemas de canalizações, uma canalização exclusiva para águas pluviais e outra para águas residuárias, nesse sistema, deve-se considerar a parcela de águas pluviais coletadas nos canos de esgoto sanitário, em virtude que em caso de residências parte da água da chuva é despejada na coleta de esgoto (NERVIS, 2019; TSUTIYA *et.al*, 2011; VON SPERLING, 2014).

### 3.3.3 Sistema de Separador Absoluto

TSUTIYA *et.al*, define o sistema de separador absoluto da seguinte forma:

(...) em que as águas residuárias (domésticas e industriais) e águas de infiltração (água do subsolo que penetra através das tubulações e órgãos acessórios), que constituem o esgoto sanitário, veiculam em um sistema independente, denominado sistema de esgoto sanitário. As águas pluviais são coletadas e transportadas em um sistema de drenagem pluvial totalmente independente (2011, p. 3).

A NBR 9648/86, ainda define que esse sistema somente deve coletar o esgoto sanitário e fazer a disposição final de modo contínuo e higienicamente seguro. Assim, esse tipo de esgoto é evidenciado a parte de ser independente. No Brasil é o sistema mais usado e considerado mais eficaz nos pontos de vista de concepção e econômicos.

Esse sistema é o melhor a ser usado, pois, as drenagens pluviais precisam de um escoamento eficiente, porque elas também transportam vírus e bactérias a muitos lugares, e a água se encarrega de fazer o cidadão e os órgãos vigentes deixam de fazer. A consciência que essas águas fazem a limpeza de lugares em que os cidadãos não fazem, varrendo o que se encontra pela frente (WAGNER, 2013).

Em comparação com os outros, esse sistema reduz as dimensões das estações de tratamento facilitando a concepção das obras e também manutenção destas em função da constância na qualidade e na quantidade de vazões a serem usadas no tratamento. As vantagens do separador absoluto, são:

- Pode ser utilizada coletores de esgotos sanitários em vias sem pavimentação, pois esta situação não interfere na qualidade dos esgotos sanitários coletados;
- Permite a utilização de peças pré-moldadas na execução das canalizações, devido à redução nas dimensões necessárias ao escoamento das vazões, reduzindo custos e prazos na implantação dos sistemas;



- Nem todas as ruas de uma cidade necessitam de rede de esgotamento pluvial. De acordo com a declividade das ruas, a própria sarjeta se encarregará do escoamento, reduzindo assim, a extensão da rede pluvial (COSTA, 2012).

### 3.4 Critérios adotados em projeto

#### 3.4.1. Topografia

Antes de qualquer obra de engenharia ou arquitetura, o primeiro passo é se obter o levantamento topográfico do local onde a obra vai ser implantada.

A etimologia da palavra topografia significa descrição do lugar, já que *topos* (lugar) e *graphen* (descrição) em grego. “A Topografia tem por objetivo o estudo dos instrumentos e métodos utilizados para obter a representação gráfica de uma porção do terreno sobre uma superfície plana” (DOUBECK, 1989).

Os sistemas de esgotamento sanitário são feitos a partir desse levantamento do terreno sobre o qual o sistema é consolidado, sendo esse conhecimento detalhado, tanto na fase de projeto, quanto na de execução.

Isso porque o escoamento dos esgotos sanitários acontece pela ação da gravidade, na busca de economia no emprego de conjuntos de recalques, o levantamento torna-se ainda mais importante. Os procedimentos e diretrizes para se realizar um levantamento topográfico são ditados pela NBR 13133/94, tendo condições exigíveis para a execução do mesmo.

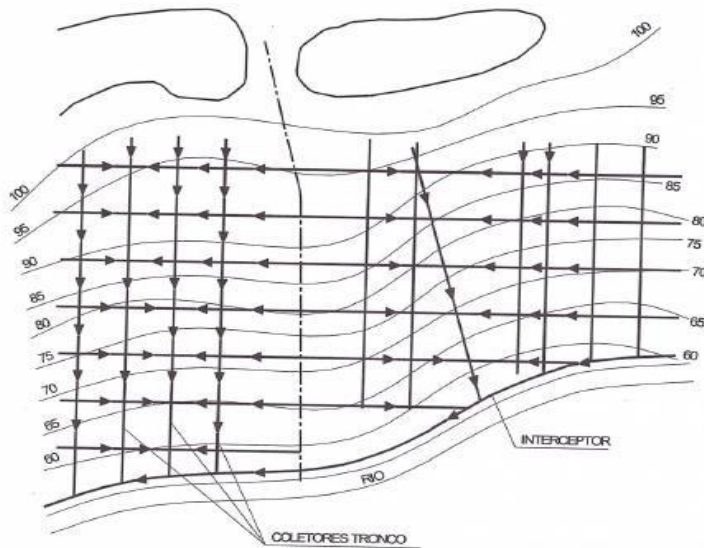
#### 3.4.2 Traçado da Rede

É desenvolvido com o intuito de ser amplamente econômico, aliado aos interesses do projeto, garantindo uma boa viabilidade técnica, econômica e ambiental (PIRES, 2018).

O traçado de rede é definido conforme à topografia da cidade, uma vez que como dito anteriormente o escoamento acontece de acordo com a declividade do terreno. Os tipos de rede, conforme TSUTIYA *et. al.* (2011), são os seguintes:

- **Perpendicular** – presente em cidades atravessadas ou cercadas por cursos d’água. A rede de esgoto é composta por vários coletores tronco independentes, com traçado aproximadamente perpendicular ao curso d’água. Um interceptor marginal receberá os efluentes desses coletores e os encaminhará ao destino adequado, ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Traçado de rede do tipo perpendicular

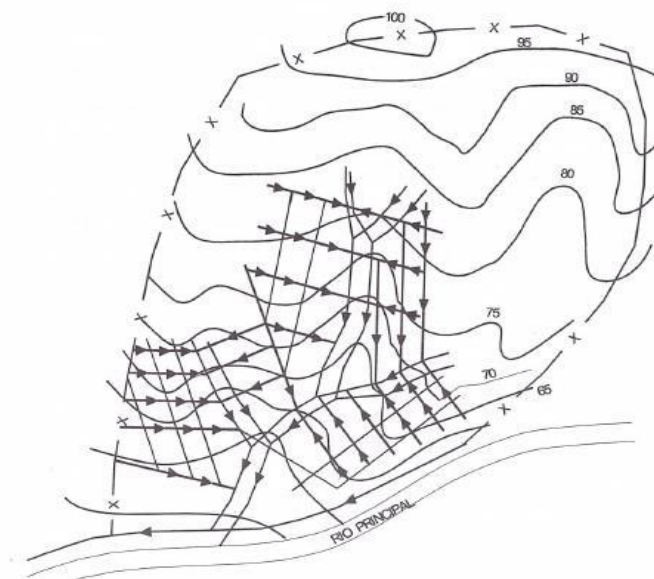


Fonte: Tsutiya *et. al.*, (2011).

Na imagem podemos ver um traçado que se desenvolve às margens de um rio, esse tipo de configuração remete a existência de vários coletores principais, sendo distribuídos de forma quase perpendicular ao interceptor.

- **Leque** – próprio de terreno acidentados. Neste traçado, os coletores-tronco passam pelos fundos dos vales ou pelos pontos baixos das bacias e neles incidem os coletores secundários, com um traçado que se assemelha a espinha de peixe, exemplo da Figura 6.

Figura 6 – Traçado de rede do tipo em leque

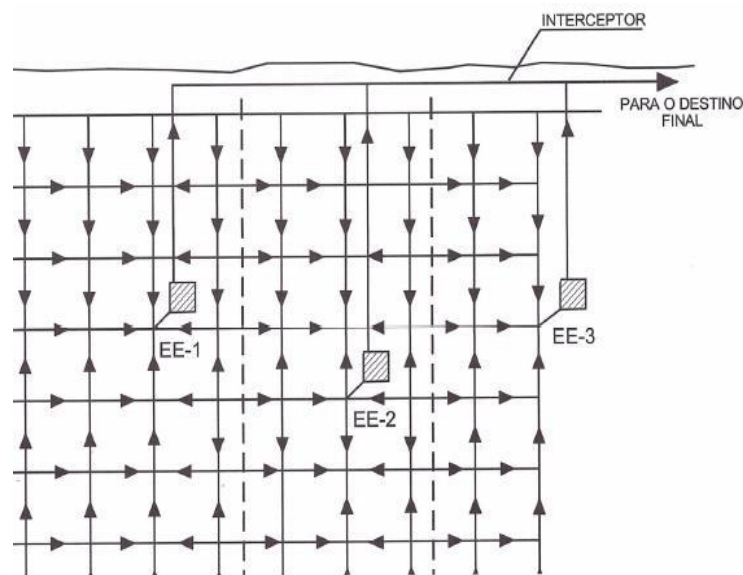


Fonte: Tsutiya *et. al.*, (2011).

Esse formato se configura em uma cidade que tem o terreno acidentado, então o traçado vai se desenvolvendo de acordo com os obstáculos e as sub-bacias da cidade. Um exemplo de uma cidade grande que utiliza esse traçado é São Paulo.

- **Radial ou distrital** – característico de cidades planas. A cidade é dividida por distritos ou setores individuais. São criados pontos baixos, onde são dirigidos os esgotos e desses pontos baixos é recalcado o material para um distrito vizinho ou para disposição final. Evidenciado na Figura 7.

Figura 7 – Traçado de rede do tipo radial ou distrital



Fonte: Tsutiya *et. al.*, (2011).

O tipo radial é próprio de cidades que se desenvolvem ao longo de praias, exemplo de Santos e Rio de Janeiro. O sistema conta com coletores divididos em três distritos, EE-1, EE-2 e EE-3.

### 3.4.3 Profundidade da Rede de Esgotamento

O critério profundidade funciona como um complemento ao traçado de rede, pois de acordo com os órgãos acessórios escolhidos o traçado pode ser afetado. Devido a isso, essas profundidades devem ter um padrão. A NBR 9649/86 diz que o recobrimento não deve ser inferior a 0,90 m para coletor assentado no leito ou a 0.65 m para coletor assentado no passeio.

Assim o Manual de Saneamento da FUNASA (2015), determina a altura máxima de 4,5 m e altura mínima de 1,5 m que é a profundidade do coletor e a geratriz inferior interna do

coletor. Essa profundidade mínima da tubulação deve ser tal que permita receber os efluentes por gravidade e proteger a tubulação contra tráfego de veículos e outros impactos.

Entretanto TSUTIYA *et. al.* (2011), definem a melhor profundidade de um sistema como a capaz de proporcionar a coleta e o afastamento dos esgotos com aplicação coerente dos recursos financeiros e da tecnologia disponível. Mas qualquer profundidade diferente das prescritas na norma devem ser justificadas e ter embasamento técnico para a devida escolha.

#### 3.4.4 Tensão trativa

A tensão trativa ou tensão de arraste é conceituada como, “a tensão trativa é definida como uma tensão tangencial exercida sobre a parede do conduto pelo líquido em escoamento, ou seja, é a componente tangencial do peso do líquido sobre a unidade de área da parede do coletor e que atua sobre o material sedimentado, promovendo seu arraste” (FUNASA, 2015).

E devido ao sistema usar muito a força da gravidade, partículas mais densas que água tendem a se alocar nas tubulações de esgoto. Portanto, a adoção da tensão trativa correta ajuda não somente na desobstrução da rede, mas também na não geração de sulfetos e outros gases desagradáveis (TSUTIYA *et. al.*, 2011).

#### 3.4.5 Declividades

Os tubos devem ser capazes de realizar uma autolimpeza e esta é garantida pela tensão trativa que foi falado anteriormente. A declividade mínima é quando se usa uma tensão trativa média ou igual a 1,0 Pa, sendo calculado para garantir a autolimpeza. A declividade mínima que satisfaz esta condição pode ser determinada pela Equação 1, aproximada para coeficiente de Manning,  $n=0,013$  (FUNASA, 2015).

Equação 1 - Declividade mínima

$$I_{mín} = 0,0055 * Q_i^{-0,47}$$

Onde:

$I_{mín}$  = declividade mínima (m/m);

$Q_i$  = vazão a jusante do trecho no início do plano (l/s).

A declividade máxima é dada utilizando uma velocidade na tubulação de 5,0 m/s para a vazão de final de plano, que pode ser obtida pela Equação 2, aproximada para coeficiente de Manning,  $n=0,013$ .

Equação 2 - Declividade máxima

$$I_{\text{máx}} = 4,65 * Qi^{-0,67}$$

### 3.4.6 Lâmina d'água

Segundo as recomendações NBR 9649/86, “as lâminas d'água devem ser sempre calculadas admitindo o escoamento em regime uniforme e permanente, sendo o seu valor máximo, para vazão final ( $Q_f$ ), igual ou inferior a 75 % do diâmetro do coletor.”

Então, sendo os coletores, interceptores e emissários componentes desenvolvidos como condutos livres, ou seja, funcionando com a pressão atmosférica atuante na superfície hidráulica, o diâmetro que atende parte superior da tubulação à ventilação do sistema e às imprevisões e flutuações excepcionais de nível dos esgotos, é dada pela Equação 3 (NETTO; FERNÁNDEZ, 2015).

Equação 3 – Diâmetro do coletor

$$D = (0,0463 * \frac{Q_f}{\sqrt{I}})^{0,375}$$

Onde:

D = diâmetro

$Q_f$  = vazão final ( $m^3$ )

I = declividade (m/m)

Não se dimensiona a lâmina d'água mínima, pois a tensão trativa já faz a autolimpeza nas tubulações de esgoto (TSUTIYA *et. al.*, 2011).

### 3.4.7 Diâmetro mínimo

O diâmetro mínimo segundo a legislação é de DN 100 mm, mas a experiência demonstra que o diâmetro seguro, evitando problemas de obstruções de rede é de DN 150 mm.

### 3.4.8 Velocidade crítica e velocidade máxima

A NBR 9649/86 sugere que caso a velocidade final (Vf) seja maior que a velocidade crítica (Vc), a lamina d'água deve ocupar apenas 50% do diâmetro do coletor. Isso devido a possibilidade de emulsão de ar no líquido aumentar a área molhada no conduto. A velocidade crítica é dada na Equação 4.

Equação 4 – Velocidade crítica

$$V_c = 6 (g * R_h)^{1/2}$$

Onde:

g = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

Rh = raio hidráulico (m)

É necessário salientar que como exposto anteriormente a declividade máxima corresponde a velocidade final de 5,0 m/s.

### 3.4.9 Materiais das Tubulações de Esgoto

Na escolha das tubulações aplicadas no sistema, os pontos relevantes são: as condições do traçado, profundidade e os métodos construtivos. Os materiais comumente utilizados têm sido o tubo cerâmico, concreto, plástico, ferro fundido e o aço. Nas linhas de recalque, os tubos de ferro fundido ou aço amplamente mais utilizados. Enquanto para coleta e transporte dos materiais, atualmente no Brasil, os tubos de PVC (policloreto de vinila) e seus derivados são mais utilizados (PIRES, 2018).

De um modo geral Tsutiya *et. al.* (2011) definem os seguintes fatores devem ser observados para a escolha criteriosa:

- Resistência a cargas externas;
- Resistência à abrasão e ao ataque químico;
- Facilidade de transporte;
- Disponibilidade de diâmetros necessários;
- Custo do material;
- Custo de transporte;
- Custo de assentamento.

#### 3.4.10 Estimativa da população de projeto

Depois de definido o alcance do projeto, é necessário definir a população a ser utilizada no projeto, a partir dessa será estimada também as vazões atuais e futuras, de ano em ano até o fim da vida útil do sistema.

O estudo da projeção populacional é um critério bastante relevante em concepções de sistemas desse tipo. De acordo com RECESA (2008) e FUNASA (2015), deve-se atentar a qualidade das informações e os níveis de ocupação do solo, não extrapolando a população de projeto em áreas que não vão ser ocupadas no futuro.

Existem várias maneiras de se realizar o estudo demográfico da região de projeto. Dentre os métodos se destacam: método dos componentes demográficos; métodos matemáticos; métodos de extrapolação gráfica.

#### 3.4.11 Vazões de Esgoto

Obedecendo aos critérios na ordem, decidindo o caminhamento da rede, o alcance do projeto e as populações iniciais e finais, o passo posterior é a determinação das vazões dos trechos, declividades e diâmetros com base nos limites listados anteriormente.

As vazões são calculadas a partir das contribuições de esgoto doméstico, vazão concentrada e água de infiltração, conforme Equação 5.

Equação 5 – Vazão de esgoto sanitário

$$Q = Qd + Qinf + Qc$$

Onde:

Q = vazão de esgoto sanitário (L/s);

Qd = vazão de esgoto doméstico (L/s);

Qinf = vazão de infiltração (L/s);

Qc = vazão concentrada ou singular (L/s).

No dimensionamento dessa vazão de esgotos se analisa a população da área de projeto, contribuição *per capita*, coeficiente de retorno, coeficientes de variação de vazão, águas de infiltração e lançamento de esgotos industriais na rede coletora (TSUTIYA *et. al.*, 2011).

#### 3.4.12 Vazões de dimensionamento

Conhecendo todos os critérios citados anteriormente, se consegue calcular as vazões iniciais e finais de plano para a concepção da rede coletora. A vazão máxima final é utilizada como a capacidade que deve atender o coletor. Entretanto a vazão máxima de um dia qualquer deve ser utilizada a garantir as condições de autolimpeza do coletor (TSUTIYA *et. al.*, 2011).

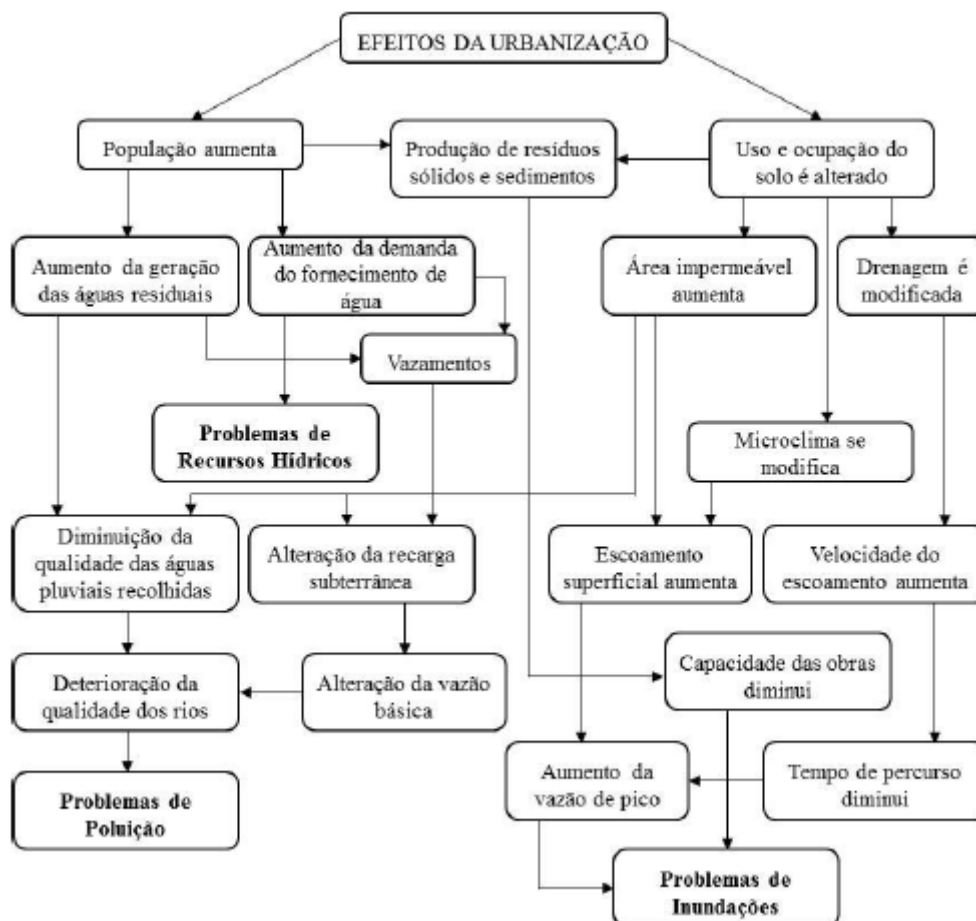


## 4 DRENAGEM URBANA

Sendo um dos pilares do saneamento básico, a drenagem urbana é um dos pontos imprescindíveis no desenvolvimento das análises em torno desse tema, assim (CARMO, 2018, p. 42) define drenagem urbana como, “(...) conjunto de métodos que objetivam redirecionar o fluxo de água e seu volume em áreas urbanas, transportando para outros locais pré-definidos, minimizando os riscos e prejuízos causados pelas inundações”.

Logo percebemos o que envolve a drenagem urbana, e com o desenvolvimento das cidades, gerando assim pontos positivos e negativos na mesma, as consequências da ocupação do solo se tornam mais visíveis, na Figura 8 observamos os efeitos da urbanização.

Figura 8 - Consequências da urbanização na hidrologia urbana.



Fonte: Radesca, (2018).

No Brasil, uma grande parcela das cidades sofre com dificuldades de inundação, alagamentos, cheias, que são originadas devido aos fatores mostrados nas figuras, e se sobressaindo especialmente dois: ocupação desordenada das áreas de escoamento natural das

águas pluviais e a falta de um sistema de drenagem urbana que possa evitar que esses alagamentos ocorram (ALMEIDA *et. al.*, 2014).

Os problemas de alagamentos são ocasionados devido ao acúmulo de águas no leito das ruas, adicionados as falhas no sistema de drenagem urbana, produzidos pelo escoamento superficial das águas pluviais e a parte que não consegue infiltrar no solo. Isso implica que no contexto atual, os sistemas de drenagem urbana seguem um padrão de funcionamento baseado apenas em sua eficiência hidráulica, ou seja, transformando-o em um sistema com ação pontual de curto prazo. (CARMO, 2018)

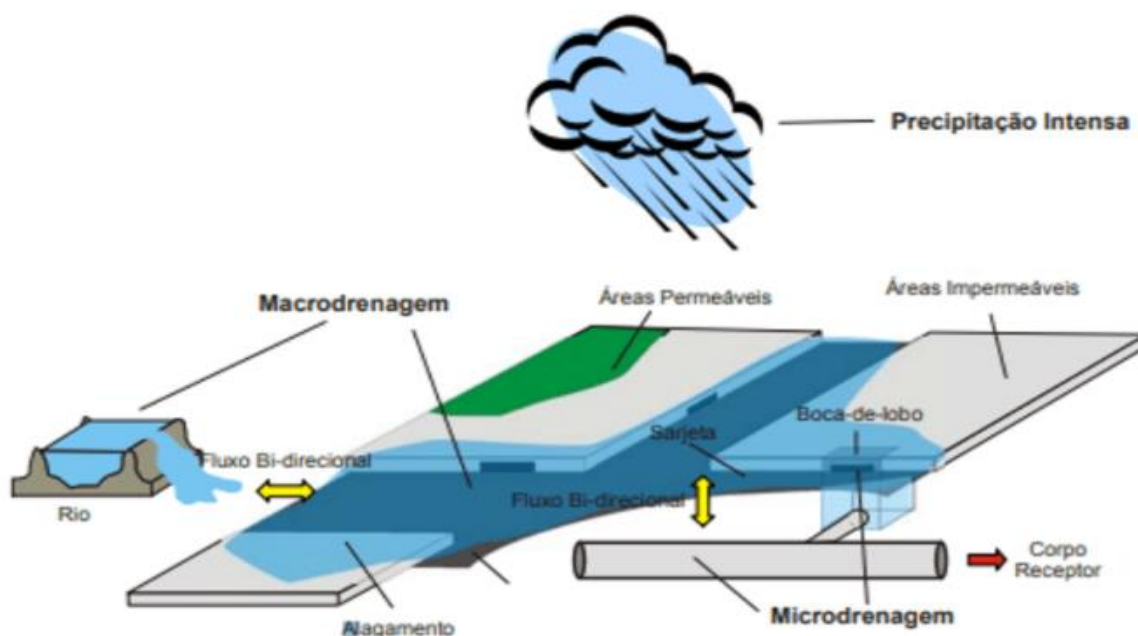
No texto da Lei 11.445/2007, vista anteriormente como a lei que regulamenta o saneamento básico e nela está inclusa os pilares do saneamento, os objetivos considerados princípios fundamentais que explicam a universalização do acesso, integralidade dos componentes e eficácia das ações e resultados, entre outros. Agora descreve que a drenagem e o manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva dos sistemas urbanos tem a descrição de conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas (BRASIL, 2007).

Segundo (CARMO, 2018), os sistemas de drenagem usuais recebem basicamente três tipos de águas: águas residuais domésticas, águas residuais industriais ou comerciais e águas residuais pluviais.

De acordo com isso, Tucci (2005) explica quais são os tipos de sistemas de drenagem urbana, definindo como dois sistemas:

- Sistema de Microdrenagem – é composto por estruturas de captação, e acontece em regiões onde o escoamento natural da água não é bem definido, fica a depender da ocupação do solo, reconhecido na alça urbana pelo traçado das ruas. São usados nesse sistema componentes como: sarjetas e guias, bocas de lobo, galerias de águas pluviais, pavimentos das ruas, entre outros.
- Sistema de Macrodrenagem – é o sistema receptor dos escoamentos referentes a microdrenagem, recebendo as contribuições dos subsistemas, como no fundo de um vale. Os componentes desse sistema são: canais naturais, rios, córregos, canalizações, reservatórios, entre outros. Na figura 9 está ilustrado os dois sistemas.

Figura 9 – Macro e Micro Drenagem.



Fonte: MELLER, (2004).

Nesse sentido, devemos nos atentar as diferenças entre os sistemas e os componentes utilizados em cada um, tornando esse estudo muito importante. Assim, (RADESCA, 2018, p.32) explica que, “(...) o estudo da drenagem pluvial está ligado ao estudo da bacia hidrográfica, porque esta corresponde à área em que a precipitação é coletada e conduzida para seu sistema de drenagem natural e, ao contrário do que ocorre com o sistema de esgotamento sanitário, o escoamento das águas pluviais ocorrerá independentemente de existir ou não um sistema construído de drenagem”.

Essa parte da ligação da drenagem pluvial com a bacia hidrográfica e a relação de que independente do sistema existir ou não, as águas pluviais vão fluir por um caminho natural.

Caso o sistema não esteja funcionando de forma efetiva, existem algumas medidas que podem ser feitas com o objetivo de melhorar a partir de técnicas incorporadas denominadas como medidas de controle. Essas medidas de controle são elaboradas como medidas de correção ou prevenção, consoante a sua aplicação no sistema de drenagem. Ainda existem as medidas estruturais, que é relacionado as obras relacionadas ao controle de enchentes e as não estruturais, referentes às medidas que controlem os efeitos das enchentes através de regulamentações, normas e programas de conscientização (TUCCI, 2005).

## 5 LEGISLAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO E GESTÃO DE RESÍDUOS

A vertente saneamento básico abrange o esgotamento sanitário, sendo o esgotamento sanitário um ponto muito crítico dentro do saneamento básico, então existem leis que regulamentam de que forma deve ser disposto o saneamento básico. Como já exposto anteriormente, a Lei 11.445/2007 regulamenta o serviço e autoriza o sistema de concessões para suprimir um déficit existente.

O planejamento é o item importantíssimo na eficiência do serviço de saneamento básico, para isso é necessário a regulação, fiscalização e prestação de serviço. O município se torna responsável por estas mudanças e planejamento no setor de saneamento.

A Lei confere aos municípios, na área do saneamento básico, os seguintes direitos: elaboração do PMSB; prestação direta de serviços ou por meio de autorização delegar a terceiros; definição do ente regulador e o responsável pela sua regulação e fiscalização; adoção de parâmetros para a garantia do atendimento essencial a saúde pública; consolidação dos direitos e deveres dos usuários, e a recomendação de mecanismos de controle social (SILVA, 2016).

O município deve elaborar o plano municipal de saneamento básico (PMSB), nesse plano deve conter os seguintes tópicos: diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida; objetivos e metas de curto, médio e longo prazo; programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas; ações de emergências e contingências; mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas (FUNASA, 2016).

O PMSB é de título de quem faz, além de todos os tópicos que deve ter também precisa promover a organização e o desenvolvimento do setor saneamento, com ênfases na capacitação gerencial e na formação de recursos humanos.

Além da lei 11.445/2007, existem também a lei 12.305/2010, que institui a política nacional de resíduos sólidos urbanos, o decreto 8.211/2014, estabelecendo o prazo de até dezembro de 2015 para elaboração dos seus PMSB e outro decreto o 8.629/2015, que prorroga até dezembro de 2017 a elaboração dos planos municipais.

A Lei nº 12.305/2010 determina a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), consoante a essa determinação (MARCO, 2014, p. 26) descreve as metas do PNRS, “(...) esse plano com metas de redução, reutilização e reciclagem visando reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final”. Além disso ainda existem mais

atribuições desse plano sempre objetivando reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

Deste modo o PNRS ainda define as responsabilidades compartilhada entre, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e responsáveis pela limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos com o intuito de minimizar o volume de resíduos e rejeitos gerados (MEDEIROS, 2012).

O plano em seu texto ainda impõe que estados e municípios desenvolvam seus planos de gestão integrada de resíduos sólidos criando convênios e contratos com a União assegurando verba necessária para a implementação da política.

## 6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 6.1 Aspectos físicos e geográficos

Nessa área do entorno da Lagoa da Jansen, se percebe uma desarmonia social que ao passar dos anos é fixa na área, tornando-se cotidiano de muitos moradores da cidade de São Luís, capital do estado do Maranhão. Essa situação acontece devido a um lado ter muitos prédios residências luxuosos e no outro, habitações construídas por tapume.

Então, uma crescente urbanização descomposta atrelada ao descaso por parte dos responsáveis públicos, é prejudicial ao ambiente natural proveniente do manguezal, onde várias espécies vivem e se reproduzem. Ademais, essa condição não se aplica somente as várias espécies, mas também aos seres humanos obrigados a ficar em um local sem conservação ambiental e foco de incontáveis lançamentos de esgotos *in natura*.

Assim, na explanação dos aspectos físicos e geográficos, (FERREIRA, 2012), diz que, “A Lagoa tem uma dimensão em torno de 160 hectares e uma profundidade média de 3,5 metros, apresentando um ambiente com mais de 30% de matéria orgânica. Entre essa porcentagem, depara-se com as matérias fora do seu local de origem (alóctones), as argilas e outros detritos são exemplos.”.

A Lagoa da Jansen está localizada na parte noroeste da cidade de São Luís, dispendo de coordenadas geográficas 2°29'08'' de latitude sul e 44°18'02'' longitude oeste, sendo delimitada pela praia da Ponta d'Areia e bairros São Francisco, Ponta do Farol e Renascença.

Em virtude da localização perto da linha do Equador, ela recebe diretamente influência das massas de ar Equatorial Continental e Equatorial Atlântica, estando suscetível a altas e medias temperaturas do sol, essas oscilações na temperatura tendo máxima de 30,2° C e mínima de 24° C, precipitação pluviométrica anual elevada com média de 1800 mm e umidade relativa anual do ar de 80% (TARGINO, 1999).

### 6.2 Zoneamento, parcelamento e uso e ocupação da terra na área

Os responsáveis públicos detêm o dever de aplicar as normas de transporte, saneamento básico, habitação e desenvolvimento público. Existem leis que asseguram esse dever e ainda condicionam o parcelamento do solo para os seus devidos fins.

De acordo com o grande crescimento das cidades, elaboraram um meio de padronizar e delimitar o espaço, o zoneamento. Segundo COELHO (2002), “o tema de planejamento do município conta com o plano plurianual, lei de diretrizes orçamentarias e com

conexão especificamente no Plano diretor”, sendo esse um instrumento básico da política de desenvolvimento urbano.

Assim, a cidade de São Luís teve o primeiro plano diretor em 1975, feito pela Lei municipal 2.155, antes desse plano o espaço urbano era delimitado de acordo com o código de postura e zoneamento. Já o segundo teve sua elaboração em 1992 e revisado 14 anos depois, no dia 11 de outubro de 2006 (BRASIL, 1975).

Então, no ano de 1988 a Lagoa da Jansen foi transformada em Parque Ecológico através do Decreto Nº 4878 de 23 de junho do mesmo ano, com área total de 196 hectares, para fins de uso público, diversões, esportes e áreas verdes dentro dos limites a serem fixados pelo Poder Público. Essa legalização foi alvo de vários conflitos e contradições, debatidos pelos poderes legislativo e executivo, no tocante ao enquadramento daquela unidade de conservação. Além dos debates, certo é que, com a tomada de decisão política da criação, implantação e instalação do parque ecológico da Lagoa da Jansen, a cidade de São Luís ganhou novas feições urbanas e territoriais (BRANCO, 2012).

### 6.3 Algumas ações ambientais ocorridas na área

Atualmente se tornou cotidiano algumas habitantes não terem noção das condições mínimas de saneamento. Então teve-se a ideia de avaliar os pontos de divergência encontrados no Parque Ecológico Lagoa da Jansen, exemplo das ações ambientais que levaram a isso tendo como consequência, a poluição das águas e destruição de fauna e flora. Em virtude do ser humano utilizar rios e lagos como local de descarte de lixo e esgotos.

Nas quatro décadas, a Lagoa da Jansen sofreu algumas mudanças, muito devido ao crescimento do entorno da área. A área que foi ocupada pelo antigo Igarapé diminuiu consideravelmente, fauna e flora praticamente toda destruída, sem falar no principal problema existente que são os lançamentos de lixo e esgotos *in natura* (BRANCO, 2012; LÉDA, 2018).

O Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos elabora um estudo da situação ambiental da ilha do Maranhão, onde coloca figuras mostrando que do ano de 1975 até atualmente, o traçado foi bastante alterado, incluindo paisagem e os atributos do ecossistema (Figura 10). Depois de vários programas governamentais, programas de recuperação ambiental, com propósitos de despoluir e retirar pontos de lançamento de esgotos *in natura* ainda que sem sucesso o local foi mudando de formato (IMESC, 2011).

Figura 10 – Lagoa da Jansen no ano 1975.



Fonte: IMESC, (2011).

Na figura da Lagoa no 1975 podemos perceber que a estrutura da lagoa ainda apresentava uma parte bem cheia de arvores e vegetação, e sua estrutura ainda não estava tão parecida com a que temos atualmente, a Figura 11 mostra uma Lagoa mais próxima do que temos agora.

Figura 11 – Lagoa da Jansen no ano 2011.



Fonte: BRANCO, (2012).

Já nessa figura podemos ver a evolução e comportamento atual da lagoa, sua comunicação com o oceano, a visualização das comportas e as estruturas que a cercam.



Nesse tempo de transição, muitas tentativas foram feitas, mas nenhuma com êxito. No ano de 2015 novamente apareceram ações, por meio da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA), com o objetivo de retirar pontos de esgotos *in natura*. Em um primeiro momento foram retirados 17 pontos, em um momento posterior no ano 2017, foram extintos 53 pontos, totalizando 70 pontos de esgotos *in natura* (LÉDA, 2018).

Contudo ainda no começo desse programa, deparou-se com problemas nas comportas, totalmente fechadas por 20 anos. Essas comportas regulam a entrada e saída das águas do mar, e foram reformadas e ajustadas para aberturas manuais, evitando problemas com manutenções.

É constatado à falta de compromisso público com a lagoa da Jansen em vários momentos, não existindo manutenção preventiva e corretiva. Assim, relatado as condições que o parque ecológico se encontra é relevante uma melhora nos processos aplicados, tendo que ser feitos de forma mais rigorosa, aquém da superficial. Deixando claro que esses direitos são garantidos por lei, evitando dos cidadãos habitarem em locais insalubres (BRANCO, 2012; LÉDA, 2018).

#### 6.4 Situação da água

A situação da água como já percebido tem influências marinhas devido ao uso das comportas, seu volume de cotas varia entre 1,5 e 2,0 metros, com ordem de 1.279.380.000m<sup>3</sup> no período de estiagem e durante o período normal alcança o volume de 930.000m<sup>3</sup> com cota de 1,2 m. Em estudos realizados em 2013 foi notado altos teores de processos autóctones e alóctones, esse último devido ao lançamento exacerbado de esgotos *in natura*. Além desses problemas, os níveis de fosfato ultrapassaram os valores estabelecidos, caracterizando ambiente como eutrófico, ou seja, prejudicando o desenvolvimento da cadeia alimentar (ROJAS *et. al.*, 2013).

## **7 METODOLOGIA**

### **7.1 Tipo de Pesquisa**

O trabalho foi desenvolvido com a pesquisa descritiva e explicativa, pois visa estabelecer relações entre as variáveis da gestão ambiental e explicativa em função das relações de causa e efeito e análise dos fenômenos estudados. Quanto ao método de abordagem, será utilizado o quantitativo, porque mapeou e identificou quais são os pontos de influência para o estudo e cabe referir-se a conjuntos de metodologias e eventualmente diversas referências epistemológicas. O método de procedimento é o estudo de caso, acontecendo a análise de um local conforme especificado no item local de estudo, para avaliar as condições de saneamento básico, visando mapear a disposição de resíduos e presença de esgoto no local afim de fundamentar uma generalização para situações análogas (SEVERINO, 2010).

### **7.2 Local de Estudo**

O local de estudo trata-se da Lagoa da Jansen, na região metropolitana de São Luís, cercada pelos bairros São Francisco, Renascença I, Renascença II, Ponta D'Areia e Ponto do Farol. Local que já foi e continuando sendo vitrine de muitos assuntos relacionados a eficiência dos sistemas de esgotamento sanitário.

### **7.3 Coleta de Dados**

A coleta de dados aconteceu no Parque Ecológico Lagoa da Jansen, mediante a visitas no local para realizar a identificação e mapeamento dos pontos de interesse. Os materiais aplicados nessa coleta dados foram: o GPS Garmin 76 para mapeamento, e identificações feitas no local por meio de registros fotográficos.

### **7.4 Análise de Dados**

A análise deste estudo foi realizada através da comparação entre os resultados obtidos e o que diz a normas de despejo de efluentes, analisando o estudo de concepção e as definições da NBR 9.648/86, geração de resíduos sólidos urbanos por meio da NBR 10.004/04 e as diretrizes do manual de saneamento e números do SNIS, avaliando-se onde o sistema de esgotamento e as vertentes do Saneamento Básico são atendidas, além de descrever os parâmetros que estão sendo insuficientes gerando um mal desempenho. Para uma visão geral dos três pilares aqui analisados do saneamento na Lagoa, foi utilizado o Google Earth Pro, com base nas coordenadas coletadas dos pontos por meio do GPS Garmin 76.

## 8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo, são mostrados os resultados obtidos através das ferramentas citadas no capítulo anterior, com objetivo de identificar e mapear os pontos de interesse. São detalhadas as gestões dos pilares do saneamento básico, atualmente no Parque Ecológico Lagoa da Jansen, e a análise dos pontos é feita de acordo com as normas e como os sistemas seriam totalmente aproveitados.

Diante das informações deste capítulo é possível interpretar os dados obtidos de identificação e mapeamento, instruindo a real situação encontrada no Parque Ecológico Lagoa da Jansen. E assim, realizar discussões sobre alternativas que possam viabilizar a melhoria do mau cheiro e o lançamento de esgotos *in natura*.

### 8.1 Situação atual do Parque Ecológico Lagoa da Jansen

A análise da situação atual da Lagoa da Jansen, foi feita através de visitas ao local durante os turnos matutino e vespertino, dentre essas visitas foram identificados os pontos, observação do fluxo de pessoas realizando suas atividades físicas e também em alguns momentos de colaboradores da limpeza urbana municipal.

Diante disso utilizou-se os pontos de interesse para a determinação da situação atual, registro de fotografias dos pontos e mesmo não sendo um dos objetivos deste trabalho, foram acolhidos relatos de moradores que estavam próximos aos pontos na fase de mapeamento.

#### 8.1.1 Sistema de Esgotamento Sanitário

No contexto histórico da Lagoa da Jansen sempre se sobressaiu a questão da gestão do esgotamento sanitário, essa falta de gestão ou gestão mal desempenhada, produz o mau cheiro em torno da Lagoa e inviabiliza práticas esportivas no seu entorno e também a parte turística, tendo em vista que é um cartão postal da cidade de São Luís.

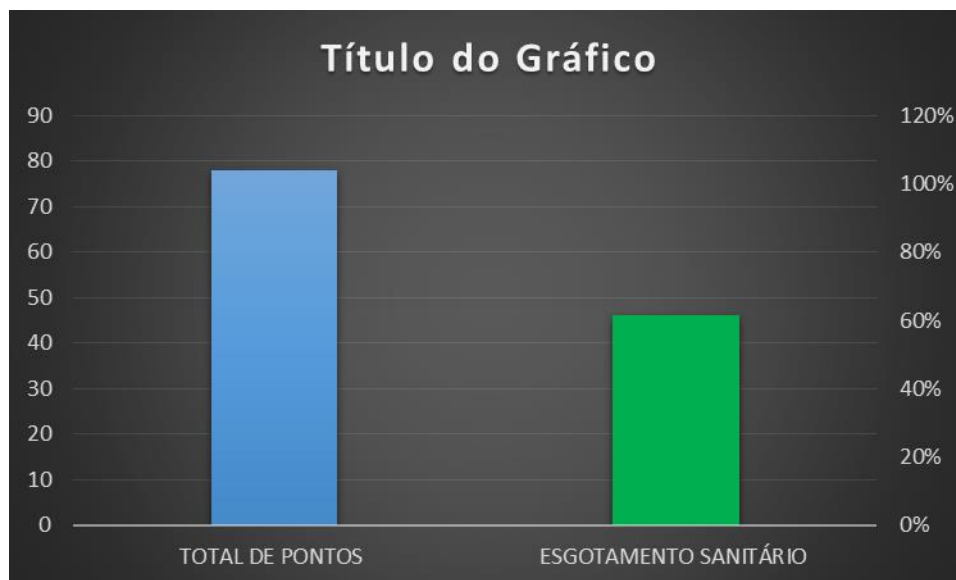
Logo, foi elaborado um mapa que abrange todas as vertentes do saneamento, possíveis de análise nesse caso, Esgotamento Sanitário, Drenagem e Resíduos. Essa parte de esgotamento sanitário utilizada para a caracterização da situação e avaliação da Lagoa da Jansen, na presença de lançamento de esgotos *in natura*.

Foram identificados pontos de lançamento de efluentes *in natura* na Lagoa, ocasionando o mau cheiro, e em locais onde o odor desagradável era menos intenso a

configuração do ponto mostrava que ali havia presença efluentes, no Apêndice A pode ser observado a distribuição de todos esses pontos.

No total foram mapeados foram 78 pontos de interesse, dentre esses pontos 46 pontos são de esgotos que estão sendo lançados de forma bruta na Lagoa, representando um total de 59 % dos pontos em torno da lagoa, conforme mostra o gráfico 1.

Gráfico 1 – Pontos de Lançamento de Esgoto



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Conseqüentemente, encontramos inconformidades do sistema que está sendo aplicado, com o que regulamenta as normas vigentes de uso e concepção de sistemas de esgotamento sanitário, como a NBR 9648/96 regulamenta que o sistema usado, que é de separador absoluto deve levar o esgoto sanitário de forma contínua e higienicamente seguro, levando a um corpo receptor com o esgoto em seu estado final, ou seja, tratado. Portanto, a Lagoa da Jansen não é local para disposição de esgoto bruto.

Outras anomalias ou descumprimento das normas, encontramos alguns pontos, logo no começo do mapeamento, como exemplo no quinto ponto, na Figura 12 já retrata um pouco da situação.

Figura 12 - Ponto PE-5.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Nesse ponto vemos a identificação de um ponto que além de estar jogando efluentes na lagoa, ainda se encontra de forma obstruído, conforme Figura 13.

Figura 13 - Obstrução do ponto PE-5.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Na parte mais à direita da figura se identifica o ponto e a forma como ele se encontra, muita vegetação ao redor e até mesmo dentro dele, com adição de várias folhas oriundas das árvores ao redor.

No prosseguimento da análise encontramos outros pontos de lançamento, um exemplo foi o ponto PE-7, localizado em frente a uma clínica, e o ponto PEEE-8, esse último referente a um ponto de despejo da Estação Elevatória de Esgoto Ana Jansen, a Figura 14 indica a estrutura que despeja efluente na Lagoa e a Figura 15 indica a localização da EEE.

Figura 14 - Ponto da Estação Elevatória (PEEE-8)



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Ainda que a figura não apresente efluentes visíveis no momento do registro, observou-se a disposição das raízes em frente ao ponto, essa disposição indicava que em intervalos de tempo ali eram despejados líquidos em uma velocidade que conseguia alterar sua configuração. Ressalta-se que a aplicação da EEE no sistema de esgotamento sanitário é de extrema importância, principalmente com o percurso percorrido pela rede de esgoto, pois antes do fim da sua atividade no sistema, atravessa ramais residências e tubulações diversas, carregando diversos resíduos sólidos.

Figura 15 - Localização da Estação Elevatória (PEEE-8)



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Assim, percebeu-se a ligação do despejo do líquido em intervalos de tempo, comparando com o que existe ao redor do ponto e a linhas paralelas traçadas na calçada, efetuando uma espécie de “caminho” até a identificação de esgoto e o ponto PEEE-8.

Isso acontece devido as Estações elevatórias determinarem um local de escape, caso aconteça algum evento que seja preciso utilizar esse caminho para a liberação do material, em circunstâncias de manutenção esse caminhamento também é utilizado. Contudo, mesmo que no recalque tenha retirada de resíduos sólidos, ainda é insólito que o escape dessa estrutura esteja sendo destinado a Lagoa da Jansen, visto que a aplicação da sua estrutura é justamente para que esse esgoto siga até a próxima etapa, que é a Estação de Tratamento de Esgoto (Tsutiya *et. al.*, 2011).

Dando prosseguimento a análise dos pontos de lançamento de efluentes, percebeu-se que existe um ponto em frente a uma garagem de um condomínio residencial, esse ponto é caracterizado nas Figuras 16 e 17 como PE-10, por mais que o ponto em questão não represente todo o lançamento de efluentes do condomínio, o fato de sua localização se dar em frente ao estacionamento, leva a questão que alguma parte desse condomínio impele materiais nessa área.

Figura 16 - Ponto PE-10



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Logo, como já mapeado, o ponto evidencia o lançamento de esgoto *in natura* e a poluição da Lagoa da Jansen, haja vista que esse lançamento não atende as normas de tratamento e lançamento de esgoto.

Figura 17 - Condomínio localizado em frente ao ponto PE-10



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Mesmo que o sistema de esgotamento separador absoluto seja o convencional e usado muito no Brasil, as diretrizes para os estudos de concepção mesmo que levem vários



aspectos em consideração, dando uma espécie de majoração nos cálculos e incluindo as águas residuais domésticas, comerciais e industriais e as águas de infiltração, ainda não explica o motivo de parte de um empreendimento jogar efluentes na Lagoa.

Essa discussão se dá em luz ao texto da NBR 9648/86 que além de definir como fazer uso da terra, ainda coloca como ponto de concepção dos projetos de esgotamento sanitário, a análise do desenvolvimento socioeconômico da área. Numa área assim a estimativa da população devem seguir desenvolvidas de acordo com dados censitários e as densidades populacionais devem ser estabelecidas por zonas de ocupação (residencial, comercial, industrial e pública). Nesse contexto um tipo de lançamento desse, não favorece a estimativa de população, o uso da terra, os planos de desenvolvimento socioeconômicos e os impactos da urbanização. (ABNT,1986)

Além disso ainda existem aspectos que são analisados, como: determinação dos critérios para a previsão de vazões; cálculo da estimativa das vazões dos grandes contribuintes; divisão das bacias e sub-bacias de contribuição; a integração do lançamento com o traçado do sistema; e os materiais utilizados para compor o sistema sem prejudicar sua efetividade.

O destino dos esgotos em volta da Lagoa da Jansen deveria ocorrer na ETE Jaracati, e além dessa ETE receber o esgoto da lagoa da Jansen, ainda recebe as contribuições de bairros como Ponta D'Areia, Calhau, Renascença, Lagoa Ana Jansen, São Francisco e Santa Eulália por meio de interceptores e elevatórias de linha (CAEMA, 2006).

Essa ETE Jaracati está em uma localização as margens do seu corpo receptor, o rio Anil. Assim, a construção dessa estrutura aconteceu em 1998, com a consolidação do Projeto básico, obra da ESSE Engenharia. Dentre os tipos de tratamento, existe o tratamento preliminar, seguido de tratamento primário, utilizando reatores anaeróbios e desinfecção, não foi relatado nenhum tipo de tratamento secundário ou terciário. Na estrutura da ETE ainda existe um laboratório. (CAEMA, 2006).

A parte do projeto básico da CAEMA com a ESSE/Engenharia era composto por algumas premissas já citadas, em especial a questão da etapalização das obras de escalonamento dos investimentos, atendendo a implantação global do sistema ao longo de 5 etapas. No parque ecológico Lagoa da Jansen foi dividido de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Obras executadas na Lagoa da Jansen.

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>
Execução de Interceptores	DN 150 e 400	5.827 m
Execução de Redes Coletoras	DN 150	11.500 m
Execução de Linhas de Recalque	DN 100 e 200	1.046 m
Execução de Estações Elevatórias	4 e 10 cv	04 un.

Fonte: Adaptado de CAEMA, (2006).

O projeto também é composto por uma parte de previsões, contudo não deixa claro em qual parte essas novas obras serão realizadas e sim pega a cidade toda como parâmetro. São grandes quantidades, mas sem nenhum nível de detalhamento, exemplo do que temos para o ano de 2020, para a execução de redes coletoras são previstos 29 km e de execução de ligações prediais são 12.000 un (CAEMA, 2006).

Mas a ETE Jaracati teve sua atividade realizada apenas por dois anos, e em 2005 esteve desativada e se deteriorando até o ano de 2008. Devido naquela época a estrutura não apresentar inteira efetividade, necessitava-se de um plano de recuperação para que voltasse a operar (ZAGALLO, 2018).

Devido a essas circunstâncias, no mapeamento dos pontos de lançamento de efluentes chegou-se na parte mais crítica na questão de lançamento de esgoto, do PE-21 até o PE-39, todos esses são de lançamento de efluentes em uma área extremamente residencial, que está em constante crescimento. Onde diferente da primeira área não houve intervalos entre pontos esgoto e pontos de drenagem. Na Figura 18 é retratado essa área contínua de lançamento de efluentes e nas Figuras 19 e 20, as condições dos pontos de lançamento.

Figura 18 - Área contínua de pontos de esgoto.



Fonte: Google Earth Pro, coordenada inicial (UTM – 23M – 0577780 – 9723258) e coordenada final (UTM - 23M – 0577417 – 9723334), (2020).

Na figura já pode-se notar as manchas escuras, oriundas dessa abundante e continua área que vai de desacordo as normas de concepção de projetos de esgoto, os impactos da urbanização são bens notados nesse trecho, uma vez que quanto maior a vazão básica, maior os problemas com a poluição.

Figura 19 – Ponto PE – 31.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Destarte, demonstramos a ligação entre os efeitos da urbanização na relação com a poluição, nesse caso além dos efluentes, na figura percebemos o lançamento de efluentes seguindo um caminho, e outros tipos de materiais nesse lançamento.

Figura 20 - Ponto PE – 33.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Visto isso e o não funcionamento da ETE durante um tempo, foram fatores que agregados com a urbanização dessa área geraram a emissão dos efluentes nesses locais. Todavia o projeto básico do SES aplicado em São Luís não demandava a novos cálculos de concepção, mas sim um redimensionamento, justamente por causa dos efeitos da urbanização.

No prosseguimento de identificação em torno da lagoa, depois de passar por essa área mais crítica, crítica no critério da continuidade do mesmo tipo de estrutura, encontrou-se um intervalo maior entre os pontos, os novos pontos de lançamento de esgotos encontrados foram do PE – 46 até o PE-49, os pontos apresentam as mesmas configurações dos anteriores, com exceção do ponto PE – 49, ilustrado na Figura 21.

Figura 21 - Ponto PE – 49.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Nesse ponto, nos deparamos com a estrutura bem obstruída, com muito material solido, no caso terra e também muitas folhas contribuindo para a obstrução do ponto, no mapeamento, a identificação desse ponto apenas foi possível devido a existência de resquícios de materiais lançados ali e ao odor desagradável no local.

No prosseguimento da identificação, PE – 55 e PE – 56 com lançamentos de efluentes sem obstrução, e chegamos em uma parte do entorno da Lagoa que não foi possível a identificação devido a ser um estabelecimento privado, essa parte não determinada está marcado no Apêndice A, na parte inicial de NA – 59 e o ponto final NA – 60. Na figura 22 fica bem nítido a parte não determinada e mais uma área de pontos em sequência, contínuos, dessa vez não uma quantidade tão numerosa como na área mais crítica, mas sim um segundo trecho onde têm vários pontos.

Figura 22 - Área contínua de pontos de esgoto 2.



Fonte: Google Earth Pro, coordenada inicial (UTM – 23M – 0577384 – 9724250) e coordenada final (UTM - 23M – 0577508 – 9724334), (2020).

No trecho novamente de pontos em sequência, todavia esse trecho não apresenta as mesmas características residências quanto a do primeiro, levando a consideração que independente de ser área mais residencial ou não, as partes em volta do Parque Ecológico Lagoa da Jansen atiram efluentes no local, visto que esse ato de expulsar os efluentes não está ligado somente as áreas próximas como também as tubulações ligadas a esses lançamentos. Isso está totalmente ligado a configuração da rede coletora, e a necessidade de um redimensionamento.

E nessa segunda parte da Lagoa de pontos contínuos de lançamento de efluentes, mesmo que seja um número quase 3 vezes menor, ainda expõe muito da situação do esgotamento sanitário nessa área. Embora não seja o mesmo perfil da primeira área e os impactos da urbanização não sejam tão notados, a ação antrópica acaba imperando nesse segundo trecho, conforme a Figura 23 que aborda dentre esses pontos, o mais crítico.

Figura 23 - Ponto PE - 63



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Na figura, tem-se o lançamento de efluentes em grande volume e bem mais próximo do fluxo da Lagoa que os demais, essa aproximação do ponto com o fluxo de água da lagoa acaba por propiciar um lançamento agressivo na Lagoa, aumentando a DBO e tornando o ambiente eutrófico, prejudicando o desenvolvimento dos seres vivos existentes na lagoa.

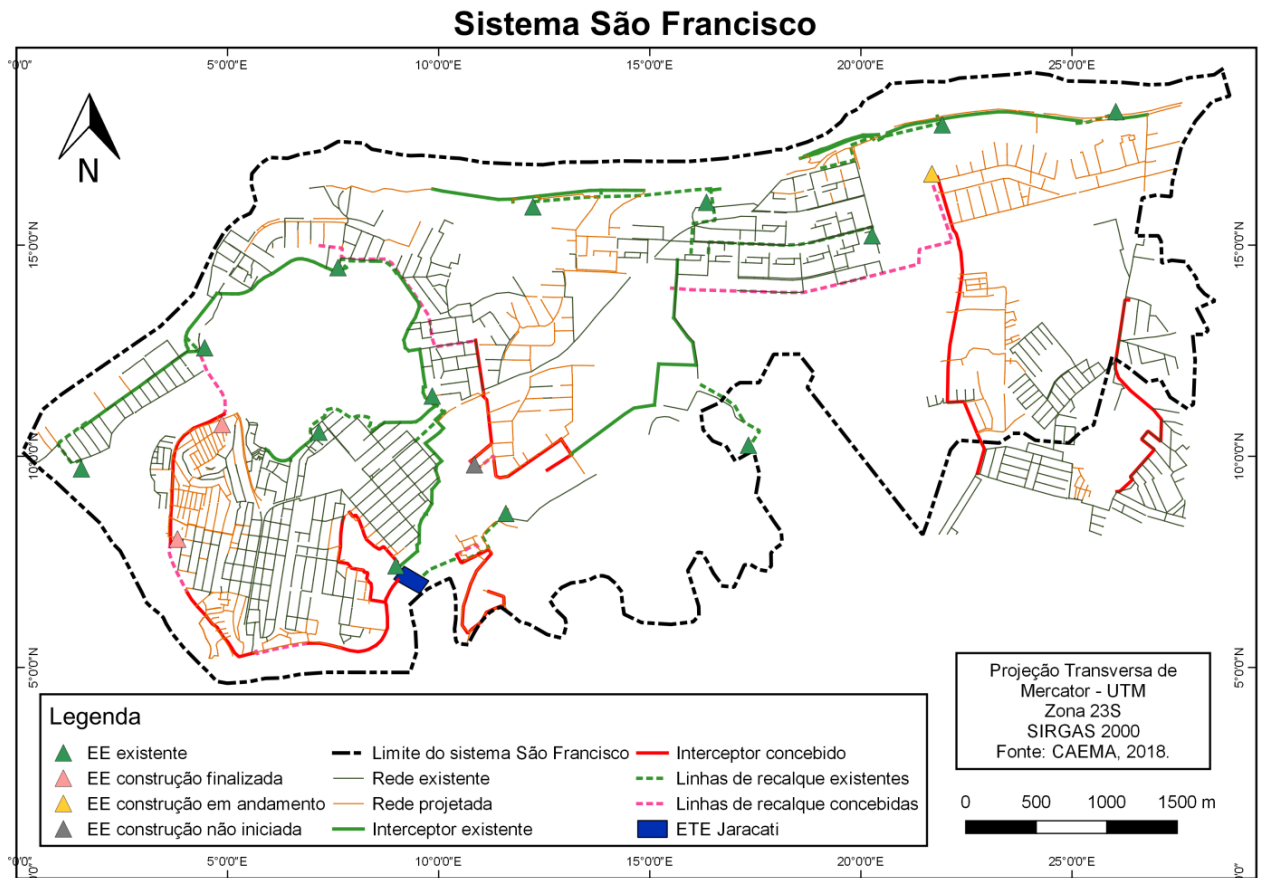
E restam 4 pontos, os últimos referentes a parte de esgotamento sanitário, mas esses pontos não apresentam nenhuma diferença quanto aos demais já vistos. A configuração deles é a seguinte, os pontos, PE – 68, PE – 69 e PE – 72, apresentam lançamento de efluentes, e o PE-73 é o ponto que está no caminho mirante da lagoa, também apresenta um lançamento de efluentes, ou seja, ligações de esgoto de outras partes são despejadas no caminho mirante.

Portanto, a quantidade de pontos encontrados ao redor da Lagoa, remete a falta de canalização suficiente para tratar toda essa demanda, uma vez que os métodos de cálculo de vazões e estimativa de população se encontram de forma correta, e na retirada de pontos de lançamento de esgotos feita nos anos anteriores, não foram realizadas grandes intervenções, que comprovassem que o cálculo das vazões estaria incorreto.

Na perspectiva de obras do sistema São Francisco, responsável pela área da Lagoa, deveria conter 41 quilômetros de rede coletora e mais seis interceptores, divididos entres 6 áreas: 3 no São Francisco; 1 no Renascença; 1 no Canaã; 1 na Ponta do Farol (ZAGALLO, 2018).

Dentre essas áreas, um trecho desse sistema lançaria esgotos em uma Estação Elevatória no Renascença, e os trechos seguintes remanejeriam as novas contribuições para os novos interceptores, com o destino final a ETE do Jaracati, a Figura 24 ilustra a perspectiva.

Figura 24 - Sistema São Francisco



Fonte: ZAGALLO p. 126, (2018).

Neste cenário encontra-se as estações elevatórias finalizadas, as que estão em andamento de construção e as não iniciadas, dentre as não iniciadas, chama a atenção a EE do Renascença, essa estação deveria compor o primeiro trecho conforme as perspectivas da CAEMA, no programa que visava a retirada de pontos de lançamento ao redor da Lagoa com recursos do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), mesmo com os recursos e as perspectivas de construções, as obras não estão sendo desenvolvidas e sem divulgação de motivos pertinentes para a ausência das obras (ZAGALLO, 2018).

Assim como a EE que não foi iniciada, existe também a projeção da rede coletora, os pontos de rede projetada, apresentam uma configuração que é de extrema importância para uma possível retirada dos pontos de lançamento futuramente, contudo essa ausência do desenvolvimento das obras, tanto de rede coletora, quanto de ETE, acaba contribuindo para o aumento de pontos de lançamento na Lagoa da Jansen.



### 8.1.2 Sistema de Drenagem Urbana

Um outro fator importante e mais um pilar do saneamento básico, é a drenagem urbana. Na área de estudo, como temos exatamente 196 hectares e compreende 5 bairros da cidade, é imprescindível que o sistema de drenagem urbana seja bem efetivo, a macro e micro drenagem devem conseguir redirecionar o fluxo de água e evitar cheias e inundações.

Apesar disso, os efeitos da urbanização foram ficando cada vez mais evidentes na área, devido a transformação de espaços permeáveis, até mesmo das áreas de manguezais, o aumento da população contribui para a produção de resíduos e sedimentos e a capacidade das obras diminui, mesmo com as perspectivas feitas no PMSB, esses efeitos juntos contribuem para os problemas de alagamento e inundações, além dos efeitos que já ocorrem no SES, como visto anteriormente.

Essas alterações de fluxo tornam muitas áreas impermeáveis, justamente com o intuito de se tornarem propícias para empreendimentos ou moradias, resultando em um aumento do escoamento superficial, a velocidade desse escoamento também aumenta, fazendo com que haja mudanças nas características da lagoa e depois cargas de erosão e sedimentos.

Além desses fatores, o lançamento dos esgotos *in natura* e as modificações na bacia de drenagem acabam diminuindo a profundidade da Lagoa. E nessa área, ao longo dos anos, todo seu entorno foi mudado, ocorrendo tanto a supervalorização da área como as ocupações desordenadas, diminuindo a qualidade das águas pluviais recolhidas.

E ao contrário do sistema de esgotamento sanitário, que segue padrões de cálculo conforme a NBR 9648/86, não existe NBR que englobe a parte de cálculos, dimensionamento e estimativa de população para os sistemas de drenagem. É de responsabilidade dos órgãos municipais ou estaduais, elaborarem suas próprias formas de dimensionamento.

Assim, dos pontos mapeados, sendo somente de drenagem, foram identificados 32 pontos espalhados pela Lagoa, totalizando 41 % dos pontos, sendo responsáveis por direcionar o fluxo de águas desses bairros que a Lagoa compreende, no Apêndice A tem toda a demarcação desses pontos.

Embora não tivéssemos uma NBR para comparar o sistema aplicado e possíveis inconformidades, na identificação de informações do Manual de Saneamento, elaborado pela FUNASA em 2015 e com as noções da própria definição de drenagem, com ênfase no redirecionamento dos fluxos de água. E no começo da identificação, o segundo ponto já nos remete a uma estrutura de microdrenagem, conforme Figura 25 (FUNASA, 2015).

Figura 25 - Ponto PD – 2.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

A estrutura aplicada nesse ponto, é a de galerias, essas galerias são tubulações feitas com o objetivo de receber e conduzir escoamento de bocas de lobo e edificações, ou seja de estruturas menores para uma de médio porte, tendo em vista que ainda se trata de uma estrutura de microdrenagem (TUCCI, 2005).

E essa estrutura tem alguns parâmetros para ser aplicada como: a largura das tubulações deve ser dimensionada de acordo com as normas do município, no nosso caso, a SEMOSP; em caso de larguras maiores que as usuais, deve ser justificada; profundidade; material escavado; redimensionamento; diâmetro do tubo, entre outros (RADESCA, 2018).

Isso comprova que independente da falta de normas técnicas, a aplicação sistemas de macro e micro drenagem levam em consideração vários aspectos, e nesse primeiro ponto drenagem fica responsável por receber as águas da boca de lobo, sendo que existe uma via bem próximo.

Contudo, mesmo com esses diversos aspectos na identificação dos pontos de drenagem, foram constatadas algumas incompatibilidades na aplicação desse sistema, como obstruções dos pontos e resíduos próximos ao escape do fluxo. Diferente do SES, o sistema de drenagem não tem grande quantidade de pontos em sequência, mas apresentam problemas em comum, a Figura 26 mostra o ponto PD – 9 obstruído.

Figura 26 - Ponto PD – 9.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

No local, temos a obstrução do ponto de drenagem, ou seja, ausência do redirecionamento do fluxo, essa obstrução acarreta uma erosão na área, principalmente se o solo estiver frágil, e pequenas precipitações podem provocar grandes transtornos, já que a velocidade do escoamento aumenta.

No decorrer da identificação, outros pontos também apresentaram a mesma configuração, exemplo do: PD – 11; PD – 12 um pouco menos obstruído, existência de fluxo; PD – 13 obstruído e com diversas folhas em cima; PD – 17; PD – 18. Essa obstrução aumenta muito risco de alagamentos na área, ainda mais que os pontos obstruídos estão distribuídos em uma área considerável.

Além dos riscos de alagamento, ainda existe o fator que com a obstrução dos pontos, a água fica “presa” nas vias podendo vir a prejudicar bocas de lobo ou sarjetas e as próprias vias, já que são espaços impermeáveis e com o não funcionamento do redirecionamento do fluxo a água acaba escoando para locais indesejados. Para (Tucci, 2005, p. 18), “Os resíduos sólidos que chegam à drenagem produzem impactos ambientais a jusante e reduzem a capacidade de escoamento, aumentando a frequência das inundações. ”.

Depois desses pontos, encontra-se um intervalo grande referente aos pontos em sequência do SES e assim detectamos mais 5 pontos de drenagem, responsáveis pelo escoamento de uma avenida, três desses pontos, o PD – 40, PD – 41 E PD – 45 apresentam as mesmas características de obstrução dos pontos anteriores. Mas existe grande relevância nesta parte do

mapeamento, pois o PD – 43 e PD – 44 se tratam das comportas responsáveis pelo controle do nível d'água e renovação da água da Lagoa (Figura 27).

Figura 27 – Ponto PD – 43.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

As comportas do PELJ fazem ainda mais que somente regular o nível d'água, pois essas estruturas garantem maior oxigenação da lagoa, os níveis de poluição são menores sempre que as comportas estão funcionando, evitando assim que efluentes, resíduos sedimentáveis, os não sedimentáveis e substâncias dissolvidas possam proliferar na Lagoa. E como essas comportas funcionam diariamente, se o sistema de drenagem for efetivo em redirecionar o fluxo para a Lagoa, o nível vai tender a se manter igual devido a essas comportas (BRANCO, 2012).

Após as comportas, observou-se mais 5 pontos em sequência, porém esses pontos não fogem da realidade dos pontos anteriores as comportas, todos eles apresentam obstrução, aumentando a velocidade de escoamento e o risco de alagamentos.

Em seguida aos pontos obstruídos, nota-se o sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais na parte do mirante propriamente dita, no alto, as estruturas encontradas no mirante são diferentes das anteriores, tanto pela efetividade quanto pela ausência de obstrução, conforme a Figura 28 ilustra.

Figura 28 – Ponto PD – 77.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Em virtude de serem mais afastadas das outras, essas estruturas tem a função de somente reduzir a velocidade do escoamento, depois que passa da boca de lobo e deixar que a força da gravidade encaminhe o fluxo até o contato com o corpo da Lagoa. São cinco estruturas dessas no mirante, com esse mesmo objetivo e no ponto PD – 78 por receber tantos da parte de cima do mirante, como também os que forem no sentido da descida, pois a parte que reduz a velocidade do escoamento está na parte da descida.

Então, de acordo com o cenário dos pontos de drenagem urbana e manejo das águas urbanas, é evidente que para um bom funcionamento dos sistemas de microdrenagem, é necessária uma execução cuidadosa das obras (pavimentação, sarjetas e galerias), as manutenções devem ser frequentes, garantindo a desobstrução dos elementos de drenagem. (RADESCA, 2018)

### 8.1.3 Gestão Resíduos Sólidos

O último pilar do saneamento básico analisado, é o manejo dos resíduos sólidos urbanos, segundo os dados do (SNIS, 2018), por meio do *ranking* de saneamento, esse pilar dentre os três analisados, é o que se encontra em melhor situação, a média brasileira é de 92,1% de índice de atendimento à população.

Contudo, constatou-se alguns pontos de resíduos sólidos sendo jogados ao redor da Lagoa e o detalhe mais importante, é que a maioria desses resíduos sólidos sendo jogados de maneira incorreta se encontram ou em cima dos pontos de SES/ Drenagem ou do lado, de acordo com o Apêndice B. Sendo que ao redor da lagoa, tem vários pontos de coleta, com intuito de evitar esse descarte de rejeito/resíduo em locais impróprios (Figura 29), segundo a PNRS.

Figura 29 – Pontos de coleta no entorno da Lagoa da Jansen.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Esses pontos de coleta estão bem distribuídos na área da Lagoa, com exceção da primeira parte de pontos em sequência de SES, nessa localidade os pontos de coleta diminuem gradativamente, mas depois são encontrados os sistemas de coleta novamente.

Porém, os pontos positivos do manejo dos resíduos sólidos na área, somente são vislumbrados nesse tipo de coleta, pois mesmo que existam esses mecanismos, resíduos sólidos ainda são descartados de maneira equivocada, caracterizando a área como órfã contaminada, que é uma área contaminada cujos responsáveis pela disposição não sejam identificáveis ou individualizáveis, consoante ao texto da Lei 12.305/10.

No nosso país, a responsabilidade do manejo e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, passa por todas as esferas, federais, estaduais e municipais, mas segundo a PNRS é de responsabilidade mesmo dos municípios, ficando a eles a escolha de elaborarem os planos de coletas, ou optarem por soluções consorciadas e também a aplicação de coleta seletiva, seja ela por meio de catadores ou participação de cooperativas.

E a NBR 10.004/04 classifica os tipos de resíduos entre: a) resíduos classe I – perigosos; resíduos classe II – Não perigosos, subdivididos em IIA – não inertes e IIB – Inertes. Os resíduos sólidos que são os de interesse desse pilar, abrangem os resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, oriundos de atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e varrição, a Figura 30 mostra um ponto de despejo desses resíduos (ABNT, 2004).

Figura 30 – Ponto PR – 2.



Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Na figura tem-se a presença de resíduos sólidos provenientes da construção civil, esses se encontram ao lado do PE – 7, apresentado um risco de obstrução desse ponto de lançamento de efluentes, além de que essa disposição final vai de desacordo com a PNRS, uma vez que ela demonstra os seguintes objetivos: não geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos, com ressalva a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Além desses resíduos de construção civil, ainda existem outros resíduos urbanos, segundo a NBR 10.004/04 e conforme identificado nessa área, existem os resíduos domiciliares, como embalagens em geral, jornais, revistas, entre outros.

Esse tipo de destinação final no PELJ é citado na PNRS como proibida, visto que além da política nacional dar a responsabilidade do manejo dos resíduos para o município, os cidadãos também possuem a responsabilidade de não efetuar lançamentos em quaisquer corpos hídricos, mas na parte que existe pontos em sequência de lançamento de efluentes, com um

número menor de coleta dos resíduos por meio das estruturas mostradas previamente, o número de pontos de resíduos sólidos é o maior do mapeamento, na Figura 31 temos esse cenário.

E na Figura 32, existe a relação dos pontos de resíduos próximos a um sistema de drenagem, relacionando os efeitos que os resíduos causam nesse sistema.

Figura 31 – Ponto PR – 6.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

As disposições juntas acabam favorecendo para a degradação do ambiente, os resíduos somados ao fluxo de efluentes contribuem com uma carga massiva de poluição e em intervalo diário, pois se tem resíduos sólidos domiciliares com aspectos mais antigos, mas aparecem resíduos com aspecto mais novos.



Figura 32 – Ponto PR – 13.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2020).

Essa má gestão de resíduos prejudica diretamente os pontos de SES já que carga de poluição aumenta e também os riscos de alagamentos. A figura mostra os resíduos próximos do ponto PD – 57, levando um certo risco ao local de descarte do manejo das águas pluviais, e também evidenciando que a efetividade do sistema de drenagem está diretamente ligado a eficiência do sistema de coleta de resíduos, quanto melhor a qualidade de coleta, garantindo a desobstrução dos pontos, melhor a qualidade do sistema de drenagem.

Assim, de acordo com o arranjo dos pontos de resíduos sólidos, sempre próximos de pontos de drenagem e sistema de esgotamento sanitário, observamos que todos os sistemas possuem relação direta com a conservação do ambiente urbano.

## 8.2 Viabilidade da integração entre os sistemas

A viabilidade dos sistemas trabalharem de forma conjunta está diretamente com a qualidade do tratamento, por meio da ETE, e a eficiência dessa ETE em relação a disposição final do material no corpo receptor. A integração que mais acontece é a do sistema de drenagem urbana com o sistema de esgotamento sanitário, no ranking do saneamento, elaborado pelo (SNIS, 2018), 24,6% dos municípios estudados apresentam sistema unitário (drenagem mais esgotamento sanitário).

Todavia, a utilização desse sistema misto resulta em grandes impactos na ETE, embora os processos não mudem, de separador absoluto para sistema unitário, há desigualdades no dimensionamento e operação conforme o aumento da vazão. Além do que, diante da realidade encontrada dos sistemas, uma integração dessa forma, com sobrecarga hidráulica na ETE, novas concepções para o funcionamento da ETE, necessitaria de grandes obras, algo fora das perspectivas.

Dessa forma, a viabilidade entre os dois sistemas é uma questão bem complexa e demorada de se pôr em prática, podendo remeter a métodos de tratamento da Lagoa, com objetivo de garantir uma boa qualidade da água e concentrações coesas de DBO, mas métodos que levam em consideração os tipos de tratamento, exemplo de desarenadores, é somente uma medida paliativa, levando em consideração a poluição causada pelos sistemas.

A solução ideal, na verdade é a construção da rede coletora de acordo com as previsões feitas pela CAEMA, construção da EE Renascença, adaptação dessa rede coletora para alcançar esses pontos de lançamento que estão em desacordo, conseguindo assim a efetividade de um dos sistemas, e a desobstrução dos pontos de drenagem, inclusive podendo ser integrada com o sistema de resíduos sólidos, garantindo assim o redirecionamento correto do fluxo de água.

## 9 CONCLUSÃO

À vista da realidade encontrada dos sistemas, estando diretamente ligada aos efeitos da urbanização e a falta de controle sobre as obras que determinadas áreas precisam, abriu-se um precedente para que a situação fosse cada vez mais se agravando, mesmo que com intervenções realizadas desde a criação do PELJ até nos dias atuais.

No decorrer do estudo, se identificou as áreas que possuíam maiores pontos de degradação e menor consciência com os impactos de lançamento de efluentes e geração de resíduos sólidos, evidenciando assim as diferenças socioeconômicas entre os diversos tipos de edificações no entorno da Lagoa, além da falta de planejamento com o crescimento dessas áreas.

Os efeitos da urbanização e a falta de fiscalização das condições de saneamento básico resultaram em vários focos de poluição, não somente na Lagoa como em toda cidade de São Luís, e de acordo com o aumento da população, um dos fatores mais observados é o lançamento de esgotos *in natura*. Assim, os conceitos aplicados no estudo teórico vieram de estudos bibliográficos, amparando o estudo prático, avaliando a área de acordo com observações diretas sobre as estruturas.

No tratamento das informações, foi utilizada o método quantitativo, visando o mapeamento e identificação dos pontos de influência, fazendo com que o objetivo geral, que é a avaliação do comportamento da Lagoa em relação a presença de esgoto bruto e gestão ambiental, fosse atingido.

Por conseguinte, com o estudo de caso identificamos a situação precária dos pilares do saneamento básico, mesmo com as perspectivas de obras feitas pelo PMSB e pontos terem sido retirados anteriormente, nota-se que foram medidas insuficientes se comparadas ao tempo de prolongamento desses problemas, e percebemos que os efeitos da urbanização devem ser levados muito a sério, sendo determinadas medidas bem elaboradas de planejamento urbano.

E é imprescindível que dados referentes aos pilares de saneamento sejam atualizados em um intervalo menor, o sistema nacional de informações do saneamento somente tem relatórios e rankings até o ano de 2018, do começo desse estudo até sua conclusão, os dados não foram atualizados.

Assim, além dos dados mais recentes, esse estudo tem o objetivo de contribuir para soluções que tratem dos impactos no Parque Ecológico Lagoa da Jansen, como de um novo plano diretor que integre bem os pilares do saneamento, sendo ele planejado em conjunto com os demais sistemas da cidade, principalmente os relacionados a conservação ambiental e de controle de qualidade de vida da população.

## REFERÊNCIAS

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

ALMEIDA, D. S., COSTA, I. T. **A drenagem urbana das águas pluviais e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública no município de Santana**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Ambientais, Amapá: UNIFAP, 2014.

ARAUJO, E. P. **Apostila de Esgoto Sanitário e Águas Pluviais**, 2012. Disponível em:<<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/8360/1/Apostila%20de%20esgoto%20sanit%C3%A1rio%20e%20%C3%A1guas%20pluviais.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648. Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário**. ABNT, 1986.

\_\_\_\_\_. **NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986.

\_\_\_\_\_. **NBR 12207: Projeto de interceptores de esgoto sanitário** Rio de Janeiro 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 13133: Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

BRANCO, W. L. C. R. **Política e gestão ambiental em áreas protegidas em São Luís – Maranhão : o parque ecológico da Lagoa da Jansen**. Tese de Pós Graduação apresentada ao curso de Geografia. São Paulo: UNESP, 2012

BRASIL. Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências**. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm)>. Acesso em: 16 mar. 2020

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Disponível em:<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 25 mar. 2020

BRASIL. Lei Municipal nº 2.155, de 26 de junho de 1975. **Dispõe sobre o Plano Diretor do município de São Luís e dá outras providências**.

BRASIL, 1988. Decreto nº 4878 de 23 de junho de 1988. **Transforma a “Lagoa da Jansen” em Parque Ecológico da Lagoa da Jansen**. Disponível em:<[https://documentacao.socioambiental.org/ato\\_normativo/UC/310\\_20100823\\_161828.pdf](https://documentacao.socioambiental.org/ato_normativo/UC/310_20100823_161828.pdf)>. Acesso em 13 set 2020.

BRASIL. Decreto 8211, de 21 de março de 2014. **Altera o Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes**

**nacionais para o saneamento básico.** Disponível em:<  
[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/decreto/d8211.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/d8211.htm)>. Acesso dia 21 mai. 2020

BRASIL. Decreto 8629, de 30 de Dezembro de 2015. **Altera o Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Disponível em:<  
[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/decreto/d8629.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/d8629.htm)>. Acesso em 22 mai. 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Guia para a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico - Brasília: Ministério das Cidades**, 2011. 2ª edição. 152 p.: il. Disponível em:<  
<https://www.google.com/interstitial?url=http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/guiasaneamento.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2020

CAEMA. Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão. **O Saneamento no Estado do Maranhão.** 2006. Disponível em:  
[http://www.caema.ma.gov.br/portalcaema/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=269&Itemid=83](http://www.caema.ma.gov.br/portalcaema/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=269&Itemid=83). Acesso em: 17 mar. 2020

CARDOSO, R. G1 MA. **Em três anos, serviços de água e esgoto sofrem queda no Maranhão.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2019/04/25/em-tres-anos-servicos-de-agua-e-esgoto-sofrem-queda-no-maranhao.ghtml>>. Acesso em: 20 mar. 2020

CARMO, N. L. F. **Aproveitamento de águas pluviais em centro universitário de Anápolis e seus efeitos na drenagem urbana.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil - Goiás: UniEvangélica, 2018.

CARTA, D. F. J. **A Estação de Tratamento de Esgoto - ETE e a demanda de cobertura do sistema de Esgotamento Sanitário de Boa Vista/RR.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil. Boa Vista: UFRR, 2019.

COELHO, Maria Teresinha de Medeiros. **Avaliação da eficácia da lei de uso e ocupação do solo em São Luís: o caso da Lagoa da Jansen.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

COSTA, B. V. **Sistema de Esgotamento Sanitário – Estudo de Caso: Treviso/SC.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Santa Catarina: UFSC, 2012.

DOUBECK, A. **Topografia.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989.

FADEL, A. W. **Avaliação de Sistema de Interceptação de Esgoto Sanitário: Aplicação na Bacia Hidrográfica do Arroio Capivara – Porto Alegre.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2013.

FERREIRA, Fernanda Grazielle de Carvalho. **A Lagoa da Jansen e a Urbanização: os impactos sociais e ambientais causados pela exacerbada ocupação/exploração da Laguna.**

Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/a-lagoa-da-jansen-e-a-urbanizacao/100002>>. Acesso em: 13 set. 2020.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. Ministério da Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2015. 642 p. il. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/asset\\_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/manual-de-saneamento?inheritRedirect=false](http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/asset_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/manual-de-saneamento?inheritRedirect=false)>. Acesso em: 18 mar. 2020

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Planos Municipais de Saneamento Básico**. 2016. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2016/09/PMSB.pdf>>. Acesso em 20 mai. 2020.

IBGE. **Aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico**, 2017 Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101610.pdf> >. Acesso em: 20 mar. 2020.

IMESC. **Situação ambiental da Ilha do Maranhão**. São Luís: Imesc, 2011.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Esgotamento Sanitário inadequado e impactos da saúde da população: Um diagnóstico da situação nos 81 municípios brasileiros com mais de 300 mil habitantes**. 2016. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/drsai/esgotamento.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2020.

LÉDA, A. G. B. **Histórico de ações ambientais de uma unidade de conservação e proteção: o caso do Parque Ecológico da Laguna da Jansen, São Luís – MA**. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Instituição de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB. Maranhão: UNDB, 2018.

MARCO, E. **Estudo do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Município de Cotiporã – RS**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de /Engenharia Ambiental e Sanitária. Rio Grande do Sul: UFPEL, 2014.

MEDEIROS, J. H. D. **Gestão dos Resíduos Sólidos para Municípios de Pequeno e Médio Porte à Luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Monografia apresentada ao Curso de Ciência e Tecnologia. Rio Grande do Norte: UFERSA, 2012

MELLER, A. **Simulação hidrodinâmica integrada de sistema de drenagem de Santa Maria – RS**. 2004. 152 f. Dissertação (Mestrado em engenharia civil). Santa Maria – UFMS, 2004.

MENDES, P. R. A. **Sistemas de Esgoto Sanitário**, 2018. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/66757816-Tratamento-de-aguas-residuarias-lob1225-g-aula-4-sistemas-de-esgoto-sanitario-parte-2.html>>. Acesso: 21 mar. 2020

NERVIS, I. R. **Viabilidade da implantação de um sistema de esgotamento sanitário no município de Santa Maria do Oeste – PR**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil. Paraná: UFPR, 2019.

NETTO, A., FERNÁNDEZ, M. F. **Manual de Hidráulica**. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário – coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. Editora Edgard Blücher, São Paulo, Brasil, 2ª edição, 2011, 565 p

PIRES, F. M. B. **Sistema de Esgotamento Sanitário – Estudo de Caso: Maré**. Trabalho de Conclusão de Curso. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica– Rio de Janeiro: UFRJ, 2018.

RADESCA, F. D. 2018. **Uso de Sistemas Unitários de Esgoto e Drenagem como estratégia alternativa e escalonada no tempo para o Saneamento Ambiental**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil- COPPE – Rio de Janeiro: UFRJ, 2018.

RECESA. **Esgotamento sanitário: Projetos e construção de sistemas de esgotamento sanitário: guia do profissional em treinamento: nível 2**. Salvador, 2008.

ROJAS, M. O. A. I., NETO, J. J. G. C., BARBIERE, R., SIQUERIAOS, L. F. S. **Avaliação físico-química da água da Laguna da Jansen, São Luis, MA**. Acta tecnológica, v. 8, nº 2, p. 19-24, 2013.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. rev. e atual. ISBN 978-85-249-1311-2. São Paulo: Cortez, 2010.

SILVA, P. M. A. **Avaliação do sistema de esgotamento sanitário da região administrativa de Sobradinho I**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental. Brasília: FIP, 2013.

SILVA, I. Q. **Análise preliminar dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário em São Luís do Maranhão, Brasil: Um enfoque Ambiental**. Trabalho de Conclusão de Curso. Projeto de Graduação e Integração apresentado à Universidade Federal do Maranhão, Maranhão:UFMA, 2015.

SILVA, T. F. **Desenvolvimento de uma ferramenta para acompanhamento de plano municipal de saneamento**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Santa Catarina: UFSC, 2016.

SNIS. Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento. **Ranking do Saneamento**, Ministério das Cidades, 2017. Disponível em:<<https://static.poder360.com.br/2018/04/realatorio-completo.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2020

SNIS. Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento. **Ranking do Saneamento**, Ministério das Cidades, 2018. Disponível em:< <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>>. Acesso em: 18 mar. 2020

TARGINO, S. R. B. **A urbanização da Laguna da Jansen e sua inserção no cenário turístico de São Luís**. 1999. 60p. Dissertação (Especialização em Planejamento Ambiental) - Programa de Especialização. Escola de Geografia. Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 1999.

TSUTIYA, M. T., & SOBRINHO, P. A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 3ª edição. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011, 548 p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4ª edição. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. ISBN:978-85-423-0053-6.

WAGNER, V. R. **Saneamento Básico: Gestão de serviços de esgoto do município de Lagoa dos Três Cantos – RS**. Monografia apresentada ao Curso de Gestão Pública. Rio Grande do Sul: UFSM, 2013.

ZAGALLO, S. F. 2018. **Esgotamento Sanitário e Vulnerabilidade Social: Um estudo de caso em São Luís – Ma com a utilização de técnicas de geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro de Desenvolvimento Sustentável. Brasília: UNB, 2018.



## **APÊNDICES**

APÊNDICE A – Mapeamento da Lagoa da Jansen (SES E DU)



APÊNDICE B – Mapeamento da Lagoa da Jansen (RS)

