



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

BRUNO FERRONATO BARROS

**ESTUDO TÉCNICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO
SANITÁRIO DE ITACAJÁ - TO**

Palmas/TO
2021

BRUNO FERRONATO BARROS

**ESTUDO TÉCNICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO
SANITÁRIO DE ITACAJÁ-TO**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT -
Universidade Federal do Tocantins – Campus
Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Civil para
obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma
final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientadora: Msc. Tatiana Ferreira Wanderley Alves

Palmas/TO
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

B277e Barros, Bruno Ferronato.

Estudo Técnico do Sistema de Esgotamento Sanitário de Itacajá-TO. /
Bruno Ferronato Barros. – Palmas, TO, 2021.

70 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins –
Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Civil, 2021.

Orientadora : Tatiana Ferreira Wanderley Alves

1. Plano Municipal. 2. Saneamento Básico. 3. Esgotamento Sanitário. 4.
Diagnóstico e Prognóstico. I. Título

CDD 624

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

BRUNO FERRONATO BARROS

ESTUDO TÉCNICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE ITACAJÁ-TO

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT -
Universidade Federal do Tocantins – Campus
Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Civil para
obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma
final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Orientador: Prof. Msc. Tatiana Ferreira Wanderley Alves, UFT

Prof. Dr. Thiago Costa Gonçalves Portelinha, UFT

Eng.º Civil Lucas do Ó Oliveira

Palmas, 2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me ajudar a alcançar os meus objetivos, durante todos esses anos de estudos.

Aos meus familiares por estarem sempre ao meu lado, meu Pai, Carlos Lucena Barros, e minha Mãe, Sandra Rosana Ferronato, que nunca deixaram com que eu desistisse e sempre me apoiaram a seguir em frente.

Aos meus irmãos, Carlos Henrique e Gustavo, e principalmente minha irmã e meu cunhado, Carlla Laiz e Luiz Otávio, que sempre estiveram ali em todos os momentos para me ajudar e me cuidaram sempre como se fosse um filho.

Aos meus colegas de faculdade e de vida que sempre me prestaram todo o apoio necessário e foram a minha família durante essa jornada. Em especial alguns que sabem que estão eternamente no meu coração.

Não podendo esquecer daqueles que me ensinaram, aos meus Professores, que são pessoas extraordinárias que deixam alguns alunos loucos as vezes, porém que sempre nos ensinaram coisas não somente sobre o assunto da matéria, mas também assuntos da vida que carrego comigo sempre.

RESUMO

A falta de um sistema adequado de coleta e tratamento de esgotos sanitário ocasiona problemas ambientais e de saúde pública que trazem transtornos para a população e para os gestores públicos. Outra importante razão para tratar os esgotos é a preservação do meio ambiente evitando a contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas. O instrumento que possibilita ter um sistema de esgotamento sanitário adequado é Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) correlacionando-o com as demandas do município. A Lei nº 11.445/07 de Saneamento Básico apresenta as diretrizes e seus decretos apresentam os mecanismos, ferramentas e diretrizes em que o saneamento básico deve estar em conformidade. Este estudo teve como objetivo realizar o diagnóstico da situação atual e o prognóstico da situação futura propondo melhorias na criação de mecanismos de gestão pública para o município de Itacajá – TO. Buscou-se avaliar o funcionamento do sistema de esgotamento sanitário já existente e que não contempla toda a população. Foi utilizado de pesquisas bibliográficas e documental para o levantamento de dados primários, bem como realizado visita de campo ao município. Através do diagnóstico foi possível identificar que o atual sistema de esgoto sanitário no município não é suficiente para atender de forma universal a população atual e futura, necessitando de ampliação do sistema de esgoto sanitário. Sendo assim, através da identificação dos problemas mais relevantes foram sugeridas alternativas técnicas para melhoria e adequação do sistema existente.

Palavras-chaves: Esgoto Sanitário; Diagnóstico; Prognóstico; Saneamento.

ABSTRACT

The lack of an adequate sanitary sewage collection and treatment system causes environmental and public health problems that inconvenience the population and public administrators. Another important reason to treat sewage is the preservation of the environment, avoiding the contamination of the soil, surface water, and groundwater. The instrument that makes it possible to have an adequate sanitary sewage system is the Municipal Sanitation Plan (PMSB) correlating it to the demands of the municipality. The Law 11.445/07 on Basic Sanitation presents the guidelines and its decrees present the mechanisms, tools and directives in which the basic sanitation must be in compliance. This study aimed to perform the diagnosis of the current situation and the prognosis of the future situation proposing improvements in the creation of mechanisms of public management for the municipality of Itacajá - TO. It was sought to evaluate the operation of the existing sanitary sewage system, which does not cover the entire population. Bibliographic and documental researches were used for the primary data survey, as well as field visits to the municipality. Through the diagnosis it was possible to identify that the current sanitary sewage system in the municipality is not enough to universally serve the current and future population, requiring the expansion of the sanitary sewage system. Thus, through the identification of the most relevant problems, technical alternatives for the improvement and adaptation of the existing system were suggested.

Keywords: Sanitary Sewage; Diagnosis; Prognosis; Sanitation.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1- Localização geográfica de Itacajá -TO | 27 |
| Figura 2 – Mapa da vista aérea urbana do google earth de Itacajá - TO..... | 28 |
| Figura 3 – Situação do esgotamento sanitário na cidade de Itacajá (2010)..... | 38 |
| Figura 4 – Fluxograma do SES de Itacajá | 39 |
| Figura 5 – Mapa de localização da unidades do SES de Itacajá..... | 39 |
| Figura 6 – Poço de visita executado na área urbana de Itacajá (8°23'22.93"S e 47°46'8.75"O) | 40 |
| Figura 7 – Vista de ligação domiciliar de esgotos, na área urbana de Itacajá (8°23'28.2"S e 47°46'18.3"O)..... | 41 |
| Figura 8 – Vista de ligação domiciliar de esgotos, na área urbana de Itacajá (8°23'24.6"S e 47°46'16.4"O)..... | 41 |
| Figura 9 – Fossa rudimentar em operação nas áreas com rede coletora implantada..... | 42 |
| Figura 10 – Vista da EEE 01 de Itacajá (8°23'22.44"S e 47°46'2.59"O) | 43 |
| Figura 11 – Vista do poço de sucção e do abrigo de quadro de comando da EEE 01 de Itacajá (8°23'22.44"S e 47°46'2.59"O) | 43 |
| Figura 12 – Vista da área EEE 02 de Itacajá (8°23'14.64"S e 47°46'18.12"O)..... | 44 |
| Figura 13 – Vista do poço de sucção e do abrigo de quadro de comando da EEE 02 de Itacajá (8°23'14.64"S e 47°46'18.12"O)..... | 44 |
| Figura 14 – Vista do poço interior do poço de sucção da EEE 02 de Itacajá (8°23'14.64"S e 47°46'18.12"O)..... | 45 |
| Figura 15 – Traçado das linhas de recalque da EEE-01 e EEE-02 de Itacajá..... | 46 |
| Figura 16 – Localização da ETE de Itacajá (8°23'14.23"S e 47°46'39.06"O) | 47 |
| Figura 17 – Layout da ETE de Itacajá..... | 47 |
| Figura 18 – Traçado do emissário final da ETE de Itacajá | 50 |
| Figura 19 – Vista do tratamento preliminar (8°23'14.28"S e 47°46'37.56"O) | 50 |
| Figura 20 – Vista da lagoa anaeróbia (8°23'14.11"S e 7°46'38.70"O)..... | 51 |
| Figura 21 – Vista da lagoa facultativa (8°23'13.63"S e 47°46'41.23"O) | 51 |
| Figura 22 – Vista da casa do operador da ETE (8°23'14.28"S e 47°46'37.56"O)..... | 52 |
| Figura 23 – Vista de fossa rudimentar instalada na calçada no setor urbano de Itacajá (8°23'42.91"S e 47°46'39.56"O)..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Figura 24 – Vista de fossa rudimentar instalada na calçada no setor urbano de Itacajá (8°24'5.19"S e 47°46'30.79"O)..... | 53 |
| Figura 25 – Modelo de fossa rudimentar | 54 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Índice de saneamento básico no Brasil..... | 15 |
| Quadro 2 – Descrição dos principais sistemas de tratamento de esgoto | 22 |
| Quadro 3 - Projeção populacional de Itacajá – TO a partir do método das taxas de crescimento geométrico, no intervalo entre 2018 a 2042 | 31 |
| Quadro 4 - Contribuição das vazões de esgoto ao longo de 20 anos para o município de Itacajá - TO | 59 |
| Quadro 5 - Alternativas para atendimento das demandas de esgotamento sanitário de Itacajá – TO..... | 62 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Níveis de Atendimento com Água e Esgotos dos Municípios Cujos Prestadores de Serviços são Participantes do SNIS em 2019, por Região Geográfica e Brasi | 16 |
| Tabela 2 - Índice de Saneamento no Estado do Tocantins | 17 |
| Tabela 3 – Valores de consumo per capita em função da população | 32 |
| Tabela 4 – Contribuição de esgoto atual urbana do município de Itacajá..... | 33 |
| Tabela 5 - Domicílios Particulares Permanentes, por Tipo de Esgotamento Sanitário 2000 e 2010 | 58 |
| Tabela 7 – Projeção do aumento de famílias a serem atendidas pela instalação de fossas sépticas do município de Itacajá -TO | 58 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|---------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| CNM | Confederação Nacional de Municípios |
| EEE | Estações Elevatórias de Esgotos |
| ETE | Estações de Tratamento de Esgotos |
| FUNASA | Fundação Nacional da Saúde |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| OMS | Organização Mundial da Saúde |
| PLANSAB | Plano Nacional de Saneamento Básico |
| PMSB | Plano Municipal de Saneamento Básico |
| SEMAE | Secretaria Municipal de Abastecimento e Esgoto |
| SES | Sistema de Esgotamento Sanitário |
| SEPLAN | Secretaria do Planejamento e Orçamento |
| SNIS | Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento |
| TO | Tocantins |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----------------|--------------|
| L | Litro |
| m ³ | Metro Cúbico |
| h | Hora |
| R\$ | Reais |
| a.a | Ao ano |
| % | Por cento |
| Km | Quilômetro |
| Qm | Vazão Máxima |
| s | Segundos |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 OBJETIVOS | 13 |
| 1.1.1 Objetivo Geral | 13 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 13 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 14 |
| 2.1 Situação do Esgotamento Sanitário no Brasil | 14 |
| 2.2 Situação do Esgoto Sanitário no Estado do Tocantins | 17 |
| 2.3 Sistema de Esgotamento Sanitário - Denifições | 18 |
| 2.3.1 Tipos de Sistema Esgoto | 19 |
| 2.3.2 Principais Componentes do Sistema de Esgoto | 20 |
| 2.4 Finalidade do Sistema | 23 |
| 2.5 Plano Municipal de Sanemanto Básico - PMSB | 24 |
| 3 METODOLOGIA | 26 |
| 3.1 Delimitação da Área de Estudo | 26 |
| 3.2 Levantamento de Dados | 28 |
| 3.3 Diagnóstico | 29 |
| 3.4 Prognóstico | 29 |
| 3.4.1 Projeção Populacional | 30 |
| 3.4.2 Análise e Avaliação das Condições Atuais de Contribuição dos Esgotos Domésticos Especiais | 32 |
| 3.4.2.1 Índice de coleta e esgoto | 33 |
| 3.4.2.2 Índice de tratamento de esgoto | 34 |
| 3.4.2.3 Indicador de extensão de esgoto por ligação | 34 |
| 4 RESULTADO E DISCUSSÃO | 36 |
| 4.1 Análise crítica dos planos diretores de esgotamento sanitário da área de planejamento .. | 36 |
| 4.1.1 Descrição atual dos sistemas de esgotamento sanitário | 36 |
| 4.1.2 Deficiências referentes ao sistema de esgotamento sanitário | 55 |
| 4.1.3 Balanços entre geração de esgoto e capacidade do sistema de esgotamento sanitário.... | 56 |
| 4.1.4 Caracterização da Prestação dos Serviços | 56 |
| 4.2 Prognóstico | 57 |
| 4.2.1 Prognóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário | 57 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.2 Consumo e demanda de abastecimento de água..... | 59 |
| 4.2.3 Consumo <i>per capita</i> | 59 |
| 4.2.4 Projeção futura da vazão de esgoto (20 anos) | 59 |
| 4.2.5 Estimativa de contribuição de esgoto | 60 |
| 4.2.6 Demandas dos serviços..... | 61 |
| 4.2.7 Alternativas de atendimento das demandas dos serviços | 62 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 64 |
| REFERÊNCIAS | 65 |

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população fica cada vez mais visível a necessidade de ampliar as medidas de saneamento básico, principalmente o sistema de esgotamento sanitário. Isto fica evidente pela enorme quantidade de geração de resíduos líquidos, sólidos e gasosos nos grandes centros urbanos, o que influencia de forma direta no escoamento das águas pluviais e provocando vários problemas ambientais (JUNIOR E SOUZA, 2020).

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) é definido como um conjunto de obras e instalações que são destinadas a proporcionar a coleta, o transporte e afastamento, o tratamento e a disposição final do esgoto de uma comunidade, de forma mais adequada quanto ao padrão sanitário (BRASIL, 2014).

Os tipos de sistemas de coleta e transporte do esgoto sanitário podem se classificar em individuais ou coletivos. O sistema individual consiste em atender apenas uma unidade habitacional, tendo como principais sistemas o de fossa séptica seguida de dispositivos de infiltração, tais como, sumidouro z. Já o sistema coletivo consiste nas canalizações que recebem o lançamento de esgoto, carreando para o seu destino de forma sanitariamente adequada (SANTA CATARINA, 2008).

Para Pires (2018) o saneamento básico configura como um conjunto de infraestruturas de instalações de abastecimento de água e serviços, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem, limpeza urbana e manejo das águas pluviais urbanas, buscando juntas medidas para preservar ou modificar as condições ambientais e assim alcançar a prevenção de doenças e promoção a saúde.

Saneamento básico e qualidade de vida estão diretamente ligados, principalmente no que se refere à saúde pública e ao meio ambiente. Portanto, um dos princípios fundamentais da lei de Saneamento Básico é universalizar o acesso aos serviços de saneamento, isto é, perante a lei todos tem direito ao esgoto sanitário adequado, manejo de resíduos sólidos, limpeza urbana, abastecimento de água potável, drenagem e manejo de águas pluviais (CNM, 2014).

Apesar de todo brasileiro ter este direito garantido por lei, a realidade ainda apresentada no nosso país é completamente contrária. Quatorze anos após criação da lei de saneamento básico uma boa parte da população ainda continua sem acesso a sistemas de esgotamento sanitário, como é o caso dos municípios do Tocantins em que as condições ainda são muito precárias devido à ausência ou deficiência dos serviços de saneamento básico (PIRES, 2018; JUNIOR, 2019).

A precariedade das condições sanitárias decorre tanto da deficiência ou ausência de políticas públicas de saneamento básico, quanto da carência crônica de recursos para investimento, o que no decorrer da história da humanidade contribuiu para o aumento de uma gama de enfermidades que poderia ser evitada quando se tem saneamento adequado (SILVA et al., 2014).

Segundo dados de Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), baseado em dados de 2019, 7,1% da população ainda não é atendida por rede de abastecimento de água. Em relação à coleta de esgoto a situação ainda é mais crítica, apenas 61,9% são atendidos (SNIS, 2019).

A Lei de Saneamento Básico estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico e instituiu a Política Federal de Saneamento, tratando de seus princípios, objetivos e instrumentos, além das diretrizes relativas a planejamento, regulação e prestação de serviços. Os titulares dos serviços públicos de saneamento básico são responsáveis pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços, observado o respectivo Plano Municipal de Saneamento Básico, bem como as diretrizes da legislação vigente, como previsto no art. 23 do Decreto nº 7.217/2010 dispõe que é dever de cada município formular a sua Política Municipal de Saneamento Básico, devido ser o titular do serviço, devendo fazer o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), observada a cooperação das associações representativas de diversos segmentos da comunidade e da ampla participação popular, além de considerar as funções de gestão que vai do planejamento até a prestação dos serviços, que devem ser submetidos à regulação, fiscalização e ao controle social.

Assim, o PMSB é construído por meio de um pacto social com a população do município, no qual irá contribuir para a redução das desigualdades sociais através da universalização do acesso aos serviços, sensibilizando a todos sobre a importância do saneamento básico para o desenvolvimento das cidades e recuperar a integridade ambiental, promovendo a inclusão social mediante ações de saneamento preventivo e controle de doenças e de intervenção na realidade sanitária do município (CNM, 2014).

A elaboração e implementação de um PMSB em um município qualifica e fortalece a cooperação da população e o controle social, proporciona uma gestão mais eficiente, auxilia nas tomadas de decisões e assegura a qualidade dos serviços prestados à população. Segundo Pires (2017) o PMSB é um tipo de orientação técnica que ajuda os gestores municipais a alcançar os objetivos do planejamento, por meio de uma análise feita da atual situação do município e uma projeção futura, no qual contém várias orientações que irá direcionar os melhores caminhos, além de apoiar o processo de acompanhamento e avaliação dos resultados obtidos

Diante este contexto fica visível a necessidade de novos estudos voltados para área de saneamento básico, especialmente no que tange o esgotamento sanitário. Em regiões mais pobres, esta questão se torna ainda mais perceptível, pois são locais negligenciados pelas autoridades, o que acarreta altos índices de mortalidade infantil, além de doenças por insalubridade e contaminação. Por isso, é importante que se faça investimento na destinação adequada do esgotamento sanitário para que assim possa melhorar a qualidade de vida desta população, e, por conseguinte, diminuir os gastos do governo com saúde (PIRES, 2018; COSTA, 2012).

Logo, a finalidade deste trabalho é realizar o diagnóstico do sistema de esgotamento sanitário do município de Itacajá – TO, parte integrante do Plano Municipal de Saneamento Básico, para compreender a realidade do sistema existente no município e assim poder identificar as suas condições de funcionamento, apontar as principais demandas de investimentos e possibilitar a realização de um planejamento com objetivos e metas de curto, médio e longo prazo para que assim possa ser estabelecido e propagado o acesso aos serviços pela população.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar um Estudo Técnico de diagnóstico e prognóstico que contribua com o município de Itacajá – TO na criação de mecanismos de gestão pública voltadas para melhoria do sistema de esgotamento sanitário.

1.1.2 Objetivos Específicos

1 – Diagnosticar a situação atual do município de Itacajá – TO no que diz respeito ao eixo de esgotamento sanitário em áreas urbanas;

2 – Verificar as condições de uso e funcionamento das unidades do sistema de saneamento básico.

3 – Realizar o prognóstico com medidas que possam amenizar os problemas identificados com relação ao sistema de esgotamento sanitário.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Situação do Esgotamento Sanitário no Brasil

Devido ao crescimento demográfico exacerbado fez com que acelerasse o processo de urbanização fazendo com que as pessoas do campo migrassem para os centros urbanos ocorrendo à expansão demográfica urbana, e assim, provocaram o crescimento das cidades sem que estas tivessem o mínimo necessário de infraestrutura. Entretanto, o que é mais grave, é que a grande porcentagem de crescimento acontece mais em países em desenvolvimento, como o caso do Brasil, justamente aqueles que apresentam deficiência em sua infraestrutura urbana, e, por isso, estão mais sujeitos a falta dos sistemas de saneamento básico, principalmente, aos serviços de esgotamento sanitário (SANTOS, 2014).

O Brasil apresenta grande déficit de atendimento no diz respeito ao esgotamento sanitário, isso se dá pela falta de investimento por parte dos órgãos públicos. De acordo com o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento o Brasil apresenta uma média de 54,1% da população total e 61,9% da população urbana são atendidas por redes de esgoto, porém o diagnóstico apresentado em 2019 registra que o volume efetivamente tratado, do total que é gerado, ainda é baixo, sendo apenas 49,1%. Portanto, cerca de quase 60% do esgoto doméstico é lançado “in natura” nos rios, córregos ou no mar, causando impactos socioambientais gravíssimos (SNIS, 2019).

É ilegal e insustentável esse tipo de descarga, uma vez que o lançamento indiscriminado dos esgotos nos corpos receptores, sem qualquer tratamento prévio, pode provocar diversos danos, de grande ou quase nenhuma importância, conforme os efeitos contrários que podem acarretar aos usos benéficos das águas (QUEIROZ, 2019), além de encarecer os processos de tratamento da água para o abastecimento da população e, ainda pode gerar quadros de escassez de água com qualidade até mesmo em regiões com superávit hídrico. A falta de saneamento básico, principalmente esgotamento sanitário é um dos grandes problemas socioambientais encontrados no Brasil (MIRANDA, et al., 2017).

Os serviços ambientais são indissociáveis à promoção e manutenção da salubridade ambiental e a proteção dos ambientes naturais, bem como à promoção da qualidade de vida da população. Por isso, é evidente sua necessidade de regulação através de princípios legais. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) “saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas ausência de doenças e esta condição “saudável” estão condicionadas ao meio ambiente em se vive” (BRASIL, 2012).

No ano de 2013 o ministério das cidades lançou o Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, que já tinha sua elaboração prevista na Lei 11.445/2007. O objetivo deste Plano é alcançar a universalização dos serviços de saneamento por meio de metas de curto, médio e longo prazo e diretrizes de como alcançar tais metas. No tocante ao esgotamento sanitário a meta deste Plano é ter um aumento dos baixos índices verificados nas zonas rurais para valores que considerem, no mínimo, atender 55% das residências que dispõem de rede ou fossa séptica de modo que os esgotos gerados em 2033 sejam adequadamente dispostos para pelo menos 87% dos moradores. Da mesma forma e na busca por reverter o preocupante cenário de devastação ambiental dos corpos hídricos, planeja-se atingir, em 2033, 93% do total de esgotos coletados (BRASL, 2013).

A Lei 11.445/2007 de Saneamento Básico ao estabelecer as novas diretrizes gerais do saneamento básico no Brasil determina como responsabilidade de cada município elaborar seus respectivos Planos Municipais de Saneamento Básico – PMSB. O decreto associou o acesso de recursos financeiros pelos municípios à aprovação desses Planos até dezembro de 2013. Porém, vários municípios, principalmente os menores, que não dispõem de adequada força de trabalho, apresentam grandes dificuldades na elaboração desses Planos, diante disso, o prazo regulamentar estabelecido para os municípios elaborarem seus Planos foi prorrogado para 2016, sendo novamente prorrogado para dezembro de 2017, e mais uma vez foi prorrogado para até 31 de dezembro de 2022 (CNM, 2020).

Mesmo diante a estas iniciativas percebe-se que o país ainda se encontra em uma situação muito deficitária, apresentando índices de atendimento de esgotamento sanitário muito aquém do é esperado para se garantir uma boa qualidade de vida da população. A seguir o **quadro 1** mostra o resumo do panorama do Brasil.

Quadro 1 – Índice de saneamento no Brasil

| Índice de Atendimento com Rede (%) | | | |
|---|---------------|-------------------------|---------------|
| Água | | Coleta de Esgoto | |
| Total | Urbano | Total | Urbano |
| 83,7 | 92,9 | 54,1 | 61,9 |

| Índice de Tratamento dos Esgotos (%) | |
|---|--------------------------|
| Esgotos Gerados | Esgotos Coletados |
| Total | Total |
| 49,1 | 78,5 |

Fonte: SNIS (2019) – Adaptado pelo próprio autor

Diante do exposto no quadro 1, pode-se concluir que em relação ao serviço de esgotamento sanitário ainda há muita precariedade, uma vez que nem todo esgoto coletado recebe algum tipo de tratamento e, ainda, apenas cerca da metade dos esgotos são coletados. Quando é feita a análise de forma isolada o índice de atendimento por água parece estar mais avançado, porém ainda não atingiu a universalização dos serviços como previsto na meta da Lei de Saneamento. A seguir a tabela 1 irá mostrar os mesmos índices apresentados na tabela anterior, mas agora cada um deles recebe o código IN + numeração), porém desta vez será dividido por região geográfica. Pires (2018, p. 22) enfatiza que o “índice de atendimento com rede não explicita o quesito regularidade no abastecimento, o que pode acarretar em contaminação da água tratada da rede de distribuição”.

Tabela 1 – Níveis de atendimento com água e esgotos dos municípios cujos prestadores de serviços são participantes do SNIS em 2019, por região geográfica e Brasil.

| Região | Índice de Atendimento com Rede (%) | | | | Índice de Tratamento dos Esgotos (%) | |
|--------------|------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| | Água | | Coleta de Esgotos | | Esgotos Gerados | Esgotos Coletados |
| | Total | Urbano | Total | Urbano | Total | Total |
| | (IN ₀₅₅) | (IN ₀₂₃) | (IN ₀₅₆) | (IN ₀₂₄) | (IN ₀₄₆) | (IN ₀₁₆) |
| Norte | 57,5 | 70,4 | 12,3 | 15,8 | 22 | 82,8 |
| Nordeste | 73,9 | 88,2 | 28,3 | 36,7 | 33,7 | 82,7 |
| Sudeste | 91,1 | 95,9 | 79,5 | 83,7 | 55,5 | 73,4 |
| Sul | 90,5 | 98,7 | 46,3 | 53,1 | 47 | 94,6 |
| Centro-Oeste | 89,7 | 97,6 | 57,7 | 63,6 | 56,8 | 93,2 |
| Brasil | 83,7 | 92,9 | 54,1 | 61,9 | 49,1 | 78,5 |

Fonte: SNIS (2019) – Adaptado pelo próprio autor.

Na tabela 1 observa-se que o atendimento na Região Norte é bem inferior comparado com as demais regiões, sendo apresentado apenas 57,5% de cobertura total por abastecimento de água potável, o que comparada com a Região Sudeste que tem melhor atendimento total com um percentual de 91,1%, o índice é exacerbadamente inferior (SNIS, 2019).

No que refere ao esgotamento sanitário, todas as regiões ainda apresentam índice insatisfatório. Mais uma vez a Região Norte é apontada de forma negativa, tratando apenas 22% do total de esgotos gerados. Um cenário considerado alarmante é que nem as regiões mais

desenvolvidas escapam dessa precariedade, como demonstrado na tabela as Regiões Sudeste e Sul não tratam nem a metade do total de esgotos gerados (SNIS, 2019).

Contudo, fica muito claro que o nosso país ainda tem muito que avançar no setor de saneamento básico, sendo necessário ter um olhar mais humanizado, fazendo investimentos adequados voltados para um serviço de água e esgoto universal, para que assim, a saúde pública dos brasileiros seja afetada de forma positiva quando tomada as iniciativas corretas e assim gere tantos ganhos sociais como econômico-financeiros.

2.2 Situação do Esgoto Sanitário no Estado do Tocantins

De acordo com o SNIS (2019), o Tocantins, encontra-se na faixa de distribuição de atendimento de tratamento de esgoto sanitário entre 55,71%, a tabela 2 apresenta o índice em porcentagem do atendimento e tratamento do esgoto no estado do Tocantins.

Tabela 2 – Índice de saneamento no estado do Tocantins

| | % |
|--|-------|
| Índice sem atendimento sem Coleta e sem Tratamento | 49,28 |
| Índice sem atendimento com Coleta e sem Tratamento | 3,9 |
| Índice sem atendimento com Coleta e com Tratamento | 34,73 |

Fonte: SNIS (2019) – Adaptado pelo próprio autor.

Pode-se perceber diante o apresentado na tabela 3, que em relação ao serviço de esgoto sanitário no estado do Tocantins ainda há muita precariedade.

Entretanto, Lima Júnior (2019, p. 77) apontou uma evolução no tratamento de esgoto no Estado do Tocantins, ao analisar dados do IBGE, de 2010: os municípios que possuem serviços de esgotamento sanitário passaram de 4 para 18, entre os anos de 2000 e 2008 e, neste mesmo período, houve redução no número total de municípios sem rede coletora de esgoto de 135 para 121, além da eliminação das valas a céu aberto. Apenas um município apresentou fossas secas e foi possível perceber que a principal solução alternativa para o esgotamento sanitário são as fossas rudimentares.

Ainda segundo o mesmo autor, foi possível perceber, no período citado, que no Estado do Tocantins a rede coletora separadora convencional está na maioria dos municípios e que a maioria das economias esgotadas no estado são residenciais. Foram tratados 13.721 m³ de

esgoto por dia no ano de 2008, no Estado, sendo o tratamento secundário o tipo de tratamento presente na maioria dos municípios, tratando 12.176 m³ de esgoto por dia, sendo o tratamento terciário responsável pelo tratamento de 1.545 m³ de esgoto por dia no ano de 2008. O volume total de esgoto tratado por tratamentos preliminar e primário não foi disponibilizado.

2.3 Sistema de Esgotamento Sanitário – Definições

Segundo a norma brasileira ABNT 9.648/86, o esgoto sanitário é o “despejo líquido constituído de esgotos domésticos e industriais, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitaria”. Para Dias e Rosso (2012) esse sistema é integrado por componentes que são responsáveis pela coleta, transporte e distribuição final do esgoto sanitário.

O Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2015, p. 12) define os tipos de esgoto da seguinte forma:

[...] **Esgoto doméstico:** Incluem as águas contendo material fecal e as águas servidas, resultantes de banho, lavagem de utensílios e roupas; **Esgoto industrial:** Compreende os resíduos orgânicos, de indústria de alimentos, matadouros e outros; as águas residuárias agressivas, procedentes de indústrias de metais; as águas residuárias procedentes de indústrias de cerâmica, água de refrigeração e outros; Águas pluviais: São águas procedentes das chuvas; Água de infiltração: São águas do subsolo que se introduzem na rede. (grifo nosso)

Portanto, todos os dejetos, resíduos e a própria água resultantes dos esgotos doméstico e industrial passam por um processo de coleta e após são conduzidos a uma estação para que sejam tratados antes da sua distribuição final, fazendo com que a recuperação da qualidade original da água seja de forma parcial, devido a utilização dos métodos convencionais. Segundo a Funasa (2007, p. 21) “a diluição em um corpo receptor e a purificação pela natureza promove melhora adicional na qualidade da água”.

Deste modo, ações como coleta e tratamento de esgoto são essenciais para um saneamento básico efetivo. Essas ações representam promoção de saúde pública e manutenção de recursos naturais, entre eles os dos corpos hídricos onde é captada a água para abastecimento público. Nas casas, a maior parte da água se transforma em esgotos após usos como lavagem de roupa e louça, limpeza e higiene pessoal. As impurezas incorporadas precisam ser removidas antes do retorno a ambientes naturais (SILVA, 2019).

2.3.1 Tipos de Sistema de Esgoto

Existem três tipos de sistema de tratamento de esgoto urbano segundo Mezzomo (2019) são eles: Sistema de esgotamento unitário, ou sistema combinado; Sistema de esgotamento separador ou parcial; Sistema de esgotamento separador absoluto.

❖ **Sistema de Esgotamento Unitário:** aquele em que as águas residuárias (domésticas e industriais), águas de infiltração (água do subsolo que penetra no sistema através de tubulação e órgãos acessórios) e água pluviais veicula por um mesmo sistema.

❖ **Sistema de Esgotamento Separador Parcial:** aquele 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. Na maioria das vezes o planejamento desse sistema seria para funcionar como um separador absoluto, mas isso não é possível devido às ligações clandestinas e interconexões entre o sistema de drenagem pluvial e os sistemas de esgotamento sanitário, gerando causa e efeito com diversas circunstâncias, dentre elas se destacam:

- Defasagem na implantação e ampliação das etapas dos componentes do sistema;
- Áreas sem sistema público de esgotamento sanitário;
- Falta de prioridade aos serviços de operação, manutenção e conservação;
- Delonga da utilização de componentes antigos dos sistemas;
- Dificuldade na fiscalização de obras;
- Falta de planejamento urbano;
- Falta de controle sobre as ligações prediais clandestinas;
- Aspectos culturais e educativos;
- Instalações prediais inadequadas, entre outras (DIAS E ROSSO, 2011).

❖ **Sistema de Esgotamento Separador Absoluto:** segundo a ABNT - NBR 9.648/86 é o “conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar, somente o esgoto sanitário, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro”. Ou seja, nesse tipo de sistema o esgoto sanitário veicula por um sistema independente, enquanto as águas pluviais são coletadas e transportadas por uma rede de drenagem pluvial totalmente independente.

O sistema separador absoluto ajuda a reduzir o tamanho das dimensões das estações de tratamento por conta de ter uma demanda menor, facilitando assim a operação e manutenção destas estações em função da constância na qualidade e na quantidade de vazões que devem ser tratadas. Suas principais vantagens são: Possibilita a instalação de coletores de esgoto sanitário

em vias sem pavimentação, pois nessa condição não há a interferência na qualidade dos esgotos sanitários coletados (SNIS, 2019).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento enfatiza que podem ser utilizadas peças pré-moldadas na execução de suas canalizações, por conta da redução das dimensões necessárias ao escoamento de vazões, reduzindo assim os custos e prazos de implantação do sistema; nem todas as ruas necessitam da rede de esgotamento pluvial. Dependendo da declividade da rua, a própria sarjeta fará o escoamento, reduzindo a extensão da rede pluvial.

2.3.2 Principais Componentes do Sistema de Esgoto

Segundo Tsutiya e Sonbrinho (2011); o sistema de esgotamento sanitário é constituído de: rede coletora, interceptor, emissário, sifão invertido, corpo de água receptor, estação elevatória e estação de tratamento.

❖ Rede Coletora

É o conjunto de canalizações dispostas a receber e encaminhar os esgotos das edificações; o sistema de esgoto predial é ligado diretamente à rede coletora por uma tubulação chamada coletor predial. Partes da rede coletora de esgotamento sanitário:

- **Ligação Predial:** trecho do coletor predial compreendido entre o limite do terreno e o coletor de esgoto.
- **Coletor de Esgoto ou Coletor Secundário:** tubulação da rede coletora que recebe a contribuição de esgoto dos coletores prediais em qualquer ponto ao longo do comprimento.
- **Coletor Principal:** coletor de esgoto de maior extensão dentro de uma mesma bacia.
- **Coletor Tronco:** tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores e conduz seus efluentes até um interceptor ou emissário.
- **Órgãos Acessórios:** são os dispositivos que servem para minimizar ou evitar o entupimento nos pontos de singularidade das tubulações, ou seja, curvas, pontos de afluência, possibilitando o acesso de equipamento e pessoas nesses pontos. Estes são imprescindíveis uma vez que nos esgotos há uma grande quantidade de sólidos orgânicos e minerais e a rede funciona como conduto livre com declividades muitas vezes pequenas.
- **Poço de visita – PV:** dispositivo fixo, composto por um local de visita através da abertura existente em sua parte superior para que possam ocorrer trabalhos de manutenção.

➤ Tubo de Inspeção e Limpeza – TIL: dispositivo não visitável, utilizado para visita e introdução de equipamentos de limpeza e desobstrução dos coletores.

➤ Terminal de Limpeza – TL: dispositivo não visitável que possui uma tubulação que permite a introdução de equipamentos de limpeza e podem ser substituídos por poço de visita no início dos coletores.

➤ Caixa de Passagem – CP: câmara sem acesso, localizadas em locais de mudança de direção ou declividades e permite a passagem de equipamento de limpeza do trecho jusante.

❖ **Interceptor**

Canalização cuja função precípua é receber e transportar o esgoto sanitário coletado, caracterizada pela defasagem das contribuições, da qual resulta o amortecimento das vazões máximas. Não recebe ligações prediais diretas e fica localizado em partes mais baixas da bacia, geralmente margeando os cursos d'água ou canais.

❖ **Emissário**

Tubulação que recebe esgoto exclusivamente na extremidade de montante, ou seja, a sua função é destinar o esgoto a destino de interesse (corpo receptor e/ou estação de tratamento) sem receber contribuições durante o percurso, apenas na extremidade a montante.

❖ **Sifão Invertido**

Trecho rebaixado de um 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.

❖ **Estação Elevatória**

Instalação destinada ao transporte do esgoto do nível do poço de sucção das bombas ao nível de descarga da saída do recalque, esta deve ser dimensionada de forma que tenha a capacidade de acompanhar, aproximadamente, as variações de vazão afluente.

É importante na elaboração de projetos de estações elevatórias de esgotamento sanitário fazer uma escolha criteriosa do local, devendo ser situadas em pontos mais baixos de uma bacia ou nas proximidades de represas, córregos ou rios. Pires (2018, p. 14-15) assinala alguns aspectos principais que devem ser considerados ao fazer a escolha da localização das estações elevatórias de esgotos, como:

- Baixo custo e facilidade em desapropriar o terreno;
- Disponibilidade de energia elétrica;
- Facilidade de extravasão do esgoto caso seja necessário;
- As dimensões do terreno devem satisfazer não só necessidades atuais, mas também futuras (possível expansão) menor desnível geométrico;

- Local cuja trajetória da tubulação de recalque seja a mínima;
- Mínimo remanejamento de interferências;
- Menor movimentação de terra Sondagens do terreno;
- Facilidades de acesso;
- Estabilidade contra erosão;
- Baixo impacto ambiental.

❖ Estação de Tratamento

Para que seja implantado uma estação de tratamento de esgoto deve-se fazer uma análise minuciosa de vários requisitos como a viabilidade econômica, área a ser utilizada, eficiência do tratamento e tempo de detenção hidráulica. Os sistemas de tratamento mais usados são lagoas e reatores anaeróbios e lodos ativados convencionais, devido proporcionar um tratamento mais eficiente e eficaz. O quadro 2 demonstra de forma breve a descrição dos tratamentos citados acima.

Quadro 02 – Descrição dos principais sistemas de tratamento de esgoto

| SISTEMAS | DESCRIÇÃO |
|---------------------------|--|
| LAGOA FACULTATIVA | A DBO solúvel e finamente particulada é estabilizada aerobicamente por bactérias dispersas no meio líquido, ao passo que a DBO suspensa tende a sedimentar, sendo convertida anaerobicamente por bactérias no fundo da lagoa. O oxigênio requerido pelas bactérias aeróbias é fornecido pelas algas, através da fotossíntese; |
| LAGOA ANAERÓBIA | A DBO é em torno de 50 a 70% removida na lagoa anaeróbia (mais profunda e com menor volume), enquanto a DBO remanescente é removida na lagoa facultativa. O sistema ocupa uma área inferior ao de uma lagoa facultativa única; |
| LAGOA DE MATURAÇÃO | O objetivo principal da lagoa de maturação é a remoção de organismos patogênicos. As lagoas de maturação constituem um pós-tratamento de processos que objetivem a remoção da DBO, sendo usualmente projetadas como uma série de lagoas, ou como uma lagoa única com divisões por chicanas. A eficiência na remoção dos coliformes é elevadíssima; |

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">REATOR ANAERÓBIO (UASB)</p> | <p>A DBO é estabilizada anaerobicamente por bactérias dispersas no reator. O fluxo do líquido é ascendente. A parte superior do reator é dividida nas zonas de sedimentação e de coleta de gás. A zona de sedimentação permite a saída do efluente clarificado e o retorno dos sólidos (biomassa) ao sistema, aumentando a sua concentração no reator. Entre os gases formados inclui-se o metano. O sistema dispensa decantação primária. A produção de lodo é baixa, e o mesmo já sai estabilizado;</p> |
| <p style="text-align: center;">LODOS ATIVADOS</p> | <p>A concentração de biomassa no reator é bastante elevada, devido à recirculação dos sólidos (bactérias) sedimentados no fundo do decantador secundário. A biomassa permanece mais tempo no sistema do que o líquido, o que garante uma elevada eficiência na remoção da DBO. Há a necessidade da remoção de uma quantidade de lodo (bactérias) equivalente à que é produzida. Este lodo removido necessita uma estabilização na etapa de tratamento do lodo. O fornecimentos de oxigênio é feito por aeradores mecânicos ou por ar difuso. A montante do reator há uma unidade de decantação primária, de forma a remover os sólidos sedimentáveis do esgoto bruto.</p> |

Fonte: Adaptado de Von Sperling (1996)

2.4 Finalidades do Sistema

Segundo Von Sperling (2005), 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.

- ❖ Aspecto higiênico: tem como objetivo a prevenção, controle e a erradicação de muitas doenças que vinculam pela água, responsável por altos índices na mortalidade infantil.
- ❖ Aspecto social: visa melhorar a qualidade de vida da população, assim como também recuperar corpos hídricos e suas margens para prática de recreação, esporte e lazer.
- ❖ Aspecto econômico: devido a melhoria ambiental, tanto urbana quanto rural, as questões giram em torno do aumento na produtividade geral. Além da preservação dos recursos hídricos e das terras marginais considerando os usos econômicos: irrigação, abastecimento, navegação, geração de energia, esporte, entre outros.
- ❖ Aspecto ambiental: evitando a poluição e depreciação da natureza, preservando os mananciais, o solo, fauna e flora, terrestre e aquática.

2.5 Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB

Com a criação da Lei 11.445/2007, denominada Lei do Saneamento Básico, e do Decreto 7.217/2010, regulamentou-se a gestão do saneamento nos municípios brasileiros, estabelecendo-se desde os princípios fundamentais que devem reger tal gestão até atribuições comuns e específicas de cada ente da federação, impondo novas atribuições e prazos para suas ações.

O PMSB é uma ferramenta construída de forma a detalhar o modo a orientar a atuação dos prestadores de serviços. Entretanto, não se trata somente da situação futura, mas também da atual situação através do diagnóstico da realidade do município (SEPLAN-TO, 2017).

A Lei de Saneamento Básico tem como um de seus princípios fundamentais a universalização do acesso aos serviços de saneamento, quais sejam: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Ou seja, é um investimento na promoção de saúde e vida no município (BRASIL, 2014).

É importante ressaltar os princípios fundamentais estabelecidos no PMSB onde se estabelece que os serviços de saneamento básico devam ser prestados de forma universal e integral, propiciando à população o acesso a conformidade de suas necessidades, assim está estabelecido. Diante disto, a Lei 11.445/2007 (Lei de Saneamento Básico) enfatiza que a prestação de serviços de saneamento básico deverá seguir os seguintes princípios fundamentais:

- Acesso Universal;
- Integralidade compreende o conjunto de todos os componentes e atividades de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, proporcionando acesso da população na de acordo com suas necessidades e aumentando a eficácia das ações e resultados;
- Abastecimento de Água Potável; Esgotamento Sanitário; Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos; Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, feitas maneiras adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;
- Adotar técnicas, processos e métodos que leva em consideração as particularidades locais e regionais;
- Eficiência e sustentabilidade econômica;
- Articular juntamente com as políticas de habitação, de desenvolvimento urbano e regional, de proteção ambiental, de promoção da saúde de combate à pobreza e de sua erradicação e outras políticas de relevância e interesse social voltado para a melhoria da qualidade de vida da população, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

- Ações transparentes, fundamentados em processos decisórios institucionalizado e sistemas de informações;
- Utilizar de tecnologias adequadas, levando em consideração a adoção de soluções graduais e progressivas e a capacidade de pagamento dos usuários;
- Integrar os serviços com a gestão eficiente de recursos hídricos e as infraestruturas;
- Segurança, regularidade e qualidade;
- Controle Social (CNM, 2014).

Neste cenário, é importante ressaltar sobre o diagnóstico que deve explicitar as condições de salubridade ambiental considerando o quadro epidemiológico e as condições ambientais, ou seja, qualidade das águas, do ar, do solo e sua relação com a saúde e a qualidade de vida da população. Além disso, também deve trazer: a estimativa das necessidades e dos investimentos futuros para a universalização do acesso da população local a cada um dos serviços de saneamento básico; as condições e a capacidade de prestação dos serviços dos órgãos responsáveis pelo saneamento básico e a identificação dos mecanismos de participação e controle social (CNM, 2014).

Outro ponto relevante é o estabelecido pelo Decreto nº 10.203, de 22 de janeiro de 2020 (que 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, a qual estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico), em seu artigo 26, § 2º:

Após 31 de dezembro de 2022, a existência de plano de saneamento básico, elaborado pelo titular dos serviços, será condição para o acesso aos recursos orçamentários da União ou aos recursos de financiamentos geridos ou administrados por órgão ou entidade da administração pública federal, quando destinados a serviços de saneamento básico (BRASIL, 2020).

Ou seja, sem o PMSB, município não terá acesso aos recursos financeiros vindos da União ou Órgão de Administração Pública Federal, destinados ao saneamento básico, e assim deixam de investir num setor fundamental importante e necessário para a qualidade de vida da população.

3 METODOLOGIA

Para a consolidação deste estudo foi utilizado pesquisa bibliográfica e documental, no qual se buscou informações sobre a relação de indicadores e cobertura do serviço de esgotamento sanitário para o município de Itacajá – TO. Também foi realizado o levantamento de dados primários por meio de visita *in loco* no território do município de Itacajá – TO, com objetivo caracterizar o serviço quanto à infraestrutura existente: coleta de esgoto, interceptores e elevatórias de esgoto, tratamento, lançamento e cobertura do serviço e, a partir dessas informações, realizou-se a análise qualitativa e quantitativa dos dados.

3.1 Delimitação da área de estudo

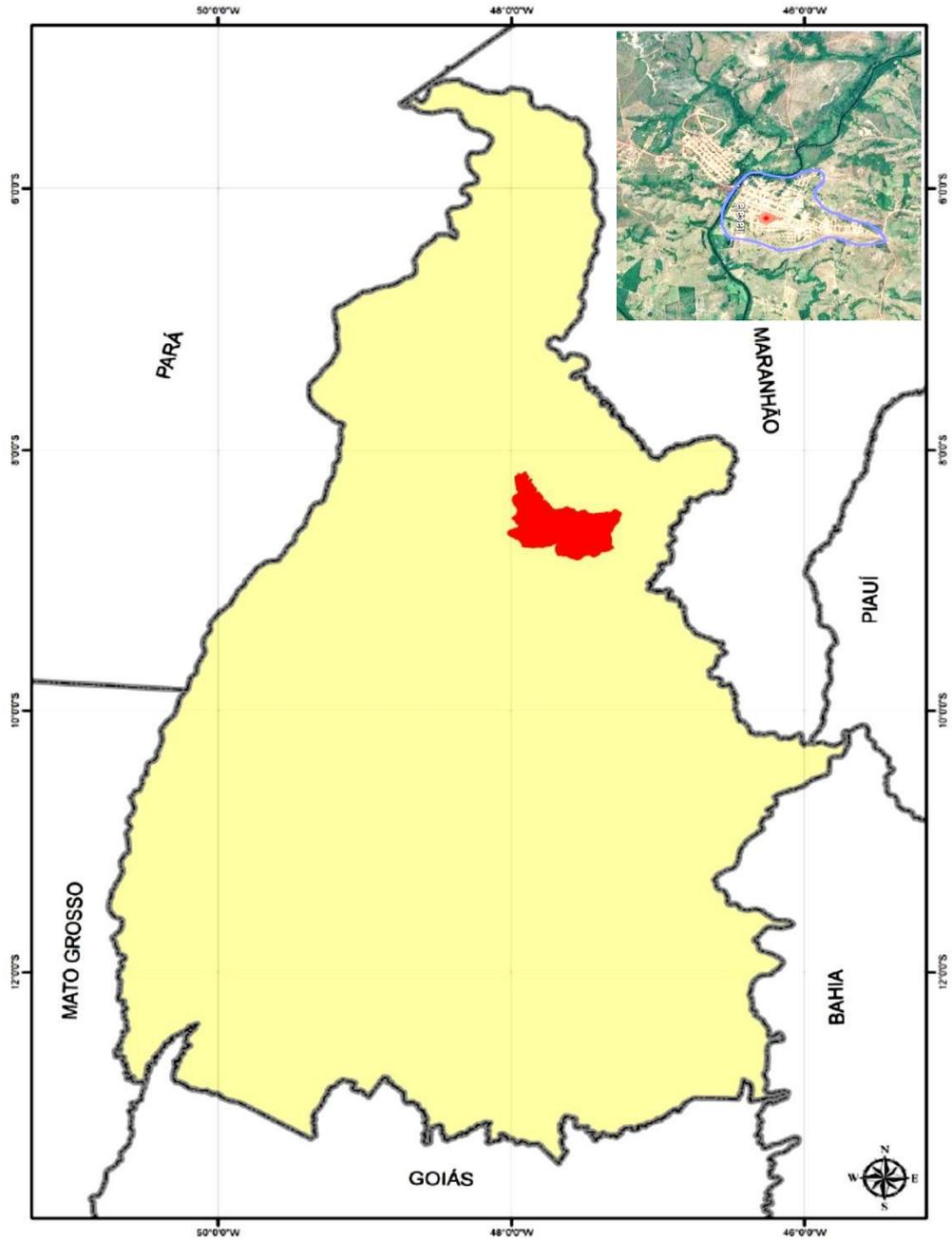
O município de Itacajá está localizado no estado do Tocantins, pertencendo à microrregião do Jalapão, com distância de 279 km da capital do Estado, Palmas.

Anterior ao ano de 1938, esta região fazia parte do distrito fiscal de Pedro Afonso. O posto fiscal funcionava à margem do rio Manoel Alves Pequeno, a 20 km da vila Itacajá. Através da Lei Estadual de Goiás n.º 891/1953, o distrito de Itacajá foi desmembrado de Pedro Afonso e se torna um município.

Segundo o IBGE de 2010 a população total do município era de 7.104 habitantes, sendo que 4.273 habitantes (60,1% da população total) residem na área urbana e 2.831 (39,9% da população total) residiam na zona rural.

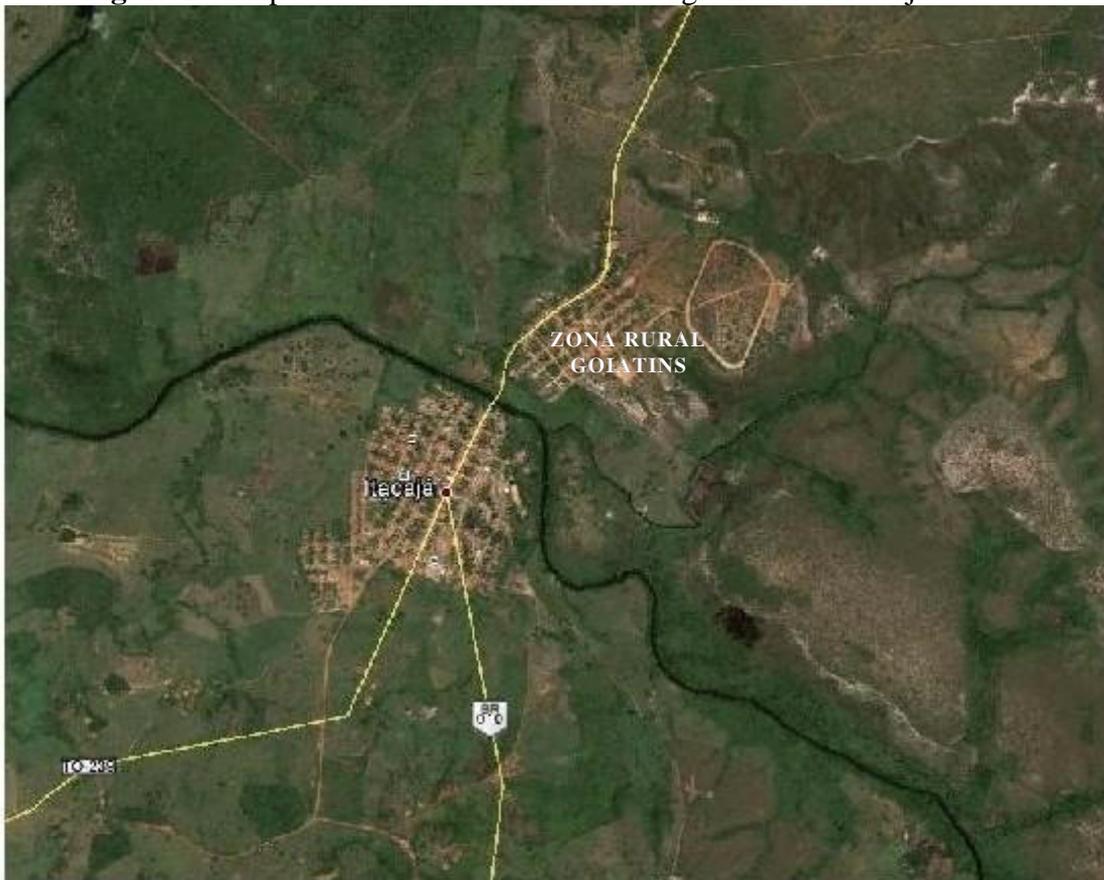
O município de Itacajá possui uma área de 3.051,360 km² e seu principal acesso se dá pela rodovia TO-010 desde a saída da capital Palmas – TO até a cidade na qual a rodovia atravessa, coordenadas geográficas Latitude S -08°23'30" e Longitude O 47°46'06" e altitude média da sede municipal de 196m, com um bioma do tipo cerrado. Limites Intermunicipais Norte Itapiratins e Goiatins Sul Santa Maria do Tocantins e Centenário Leste Recursolândia Oeste Itapiratins (SEPLAN-TO, 2017). Na figura 1 a seguir mostra a localização geográfica de Itacajá – TO, usando do sistema de referência SAD-69 e projeção policônica: meridiano referência 54° W. Gr / paralelo de referência 0°.

Figura 1 - Localização geográfica de Itacajá - TO

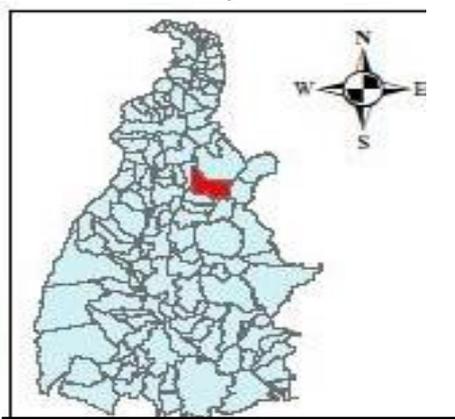


Fonte: Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Base de Dados Geográficos do Tocantins - atualização 2012. Palmas, SEPLAN/DZE, janeiro/2012. CD-ROM (adaptado pelo autor)

Figura 2 - Mapa da vista aérea urbana do Google Earth de Itacajá – TO.



Itacajá -TO



Dados Técnicos
 Projeto desenvolvido a partir da base de
 Dados geográficos da SEPLAH - TO.
 Coordenadas UTM Fuso23S.



Fonte: Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Município de Itacajá – TO (adaptado pelo autor)

3.2 Levantamento de Dados

No decorrer do projeto foram realizadas diversas pesquisas que buscava investigar a situação atual em relação ao sistema de esgotamento sanitário no município de Itacajá – TO. Em novembro de 2019 e janeiro de 2020 foram feitas visitas de campo para coletar dados primários e obter material fotográfico. Além dos dados de fonte primária, este estudo também

obteve dados de fontes secundárias como o IBGE, a Prefeitura Municipal de Itacajá, FUNASA, SEPLAN, entre outros, além de leituras de artigos científicos e outras literaturas.

3.3 Diagnóstico

O diagnóstico realizado em Itacajá – TO considerou apenas a zona urbana que é o foco deste estudo. Esta etapa de elaboração do diagnóstico contempla o olhar mais técnico buscando identificar a situação real de um município ou distrito, do seu entorno e também da sua administração, analisando pontos negativos e positivos e formalizando o que este município tem de bom, regular ou ruim, bem como a consolidação de dados primários, somada à percepção da visita *in loco*, e através de dados secundários documentos públicos, normas, referências bibliográficas. Os dados primários identificados dizem respeito à situação da infraestrutura local e as características socioambientais do município. Já os dados secundários serão examinados legislações sobre saneamento básico e documentos que forem pertinentes para a criação do plano municipal de saneamento básico. Os dados conseguidos no diagnóstico foram resumidos para a estruturação deste estudo.

3.4 Prognóstico

De acordo com a Lei nº 11.445/2007 em seu art. 52, § 2º os planos municipais de saneamento básico devem ser planejados com horizonte de 20 anos, sendo avaliados a cada quatro anos. Com base nesta normativa o prognóstico a ser realizado neste estudo infere o horizonte de 20 anos. Faz-se necessário para a planificação das ações de adequação dos sistemas de esgotamento sanitário e abastecimento de água estimar-se a demanda futura de água e coletores de esgoto ao longo do horizonte deste estudo. Tal estimativa traz uma exigência inicial para o horizonte de 20 anos, seguida da projeção de demanda por água e coletores sanitários no município de Itacajá – TO. Sendo assim, foi realizado o diagnóstico da situação atual do município de Itacajá – TO no que diz respeito ao eixo de esgotamento sanitário, avaliado a capacidade das unidades implantadas e proposto medidas para soluções dos problemas identificados com relação ao sistema de esgotamento sanitário e, também foram feitas projeções para o horizonte de 20 anos.

3.4.1 Projeção Populacional

Ao estudar a evolução populacional possibilita ter uma estimativa da população em um horizonte de 20 anos. E quando realizado o diagnóstico do cenário atual e futuro do município traz agilidade as análises e prospectivas, além de promover a formulação de políticas e intervenções específicas, permitindo que a população de Itacajá – TO obtém a eficiência no abastecimento de água e no sistema de esgotamento sanitário.

A projeção populacional do município de Itacajá – TO considerou as informações já firmadas no IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. As projeções populacionais servem tanto para o poder público quanto para a iniciativa privada que utiliza de tais dados oficiais para fazer seu planejamento e assim poder otimizar custos e aproveitar o fluxo de capital e informações dos locais principais e do cenário econômico.

Foi utilizado para projetar a população futura de Itacajá –TO o método de projeção de acordo com os axiomas matemáticos do cálculo da taxa de crescimento geométrica utilizada pelo IBGE, utiliza-se a seguinte equação que representa a taxa de crescimento geométrico.

$$r_g = \left(\sqrt[t]{\frac{p_{final}}{p_{inicial}}} \right) - 1$$

Onde:

rg: taxa de crescimento geométrico; t: tempo transcorrido entre as duas datas de referência dos censos; pinicial: população no início do período (2000); pfinal: população no final do período (2010).

O primeiro momento faz analogia aos períodos dos dados do Censo (IBGE), no qual foi analisado o cálculo entre o intervalo do ano 2000 e 2010 para a população total de Itacajá apresentando respectivas taxas de 0,415% a.a e 0,534% a.a, contudo, observa-se que as taxas de crescimento geométricas são crescentes e positivas para a população total urbana e rural.

Utilizando os últimos censos nacionais a definição das taxas geométricas de crescimento promove um valor realístico a esta projeção para o horizonte de possíveis projetos PMSB, baseando em dados tanto de elementos matemáticos quanto de elementos qualitativos. Adotou-se as estimativas do IBGE referente ao ano de 2018 para realizar a projeção da população total do município de Itacajá – TO, e a partir de 2019 utilizou-se a taxa de

crescimento da população total por meio da equação supracitada, no valor 0, 534%, que é demonstrado no quadro 3 a projeção da população total do período de 2019 a 2042.

Quadro 3 – Projeção populacional de Itacajá – TO a partir do método das taxas de crescimento geométrico, no intervalo entre de 2018 a 2042

| ITACAJÁ | | | |
|----------------|------------------------|---------------|--------------|
| ANO | POPULAÇÃO TOTAL | | |
| | TOTAL | URBANA | RURAL |
| 2018 | 7.414 | 4.459 | 2.955 |
| 2019 | 7.454 | 4.273 | 2.970 |
| 2020 | 7.494 | 4.507 | 2.986 |
| 2021 | 7.534 | 4.531 | 3.002 |
| 2022 | 7.574 | 4.556 | 3.018 |
| 2023 | 7.615 | 4.580 | 3.034 |
| 2024 | 7.655 | 4.605 | 3.051 |
| 2025 | 7.696 | 4.629 | 3.067 |
| 2026 | 7.738 | 4.654 | 3.083 |
| 2027 | 7.779 | 4.679 | 3.100 |
| 2028 | 7.821 | 4.704 | 3.117 |
| 2029 | 7.862 | 4.729 | 3.133 |
| 2030 | 7.905 | 4.755 | 3.150 |
| 2031 | 7.947 | 4.780 | 3.167 |
| 2032 | 7.989 | 4.806 | 3.184 |
| 2033 | 8.032 | 4.831 | 3.201 |
| 2034 | 8.075 | 4.857 | 3.218 |
| 2035 | 8.118 | 4.883 | 3.235 |
| 2036 | 8.162 | 4.909 | 3.253 |
| 2037 | 8.206 | 4.936 | 3.270 |
| 2038 | 8.249 | 4.962 | 3.287 |
| 2039 | 8.294 | 4.989 | 3.305 |
| 2040 | 8.338 | 5.015 | 3.323 |
| 2041 | 8.383 | 5.042 | 3.341 |
| 2042 | 8.428 | 5.069 | 3.358 |

Fonte: próprio autor

3.4.2 Análise e avaliação das condições atuais de contribuição dos esgotos domésticos especiais

Para a análise e avaliação das condições atuais de contribuição dos esgotos domésticos foi utilizado o que é estabelecido pela literatura científica de que 80% da água potável utilizada retornam ao meio ambiente em forma de esgoto sanitário, conforme NBR 7229/1993. Para determinar as contribuições de esgotos da área urbana de Itacajá foram utilizados valores recomendados pela literatura.

Nos projetos de abastecimento público de água, o "per capita" adotado varia de acordo com a natureza da cidade e o tamanho da população. O Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (SNIS, 2019) recomenda que para comunidades ainda não providas de sistema de abastecimento de água (com ligações domiciliares) e onde, por algum motivo, não foi possível determinar o consumo per capita a ser utilizado no projeto, prevendo-se a distribuição por ligações domiciliares, pode-se usar como referência a tabela 3, que apresenta valores para o consumo per capita em função da população.

Tabela 3 - Valores de consumo per capita em função da população

| Porte da comunidade | Faixa de população (habitantes) | Consumo médio per capita (L/hab.dia) |
|----------------------------|--|---|
| Povoado rural | < 5.000 | 90 a 140 |
| Vila | 5.000 a 10.000 | 100 a 160 |
| Pequena localidade | 10.000 a 50.000 | 110 a 180 |
| Cidade média | 50.000 a 250.000 | 120 a 220 |
| Cidade grande | > 250.000 | 150 a 300 |

Fonte: Manual de Saneamento (FUNASA, 2015).

Para fazer a estimativa da vazão de contribuição de esgoto do município de Itacajá – TO que se caracterizam apenas por esgotos domésticos, foram utilizadas as seguintes equações:

- Vazão mínima + Vazão de infiltração $\Rightarrow Q_{min} = \frac{\left(\frac{P.q.C}{86400}\right)}{2} + Q_{inf}$
- Vazão média + Vazão de infiltração $\Rightarrow Q_{med} = \left(\frac{P.q.C}{86400}\right) + Q_{inf}$
- Vazão máxima + Vazão de infiltração $\Rightarrow Q_{max} = \left(\frac{P.q.C.K_1.K_2}{86400}\right) + Q_{inf}$

Onde:

P = população atendida (hab)

q = cota per capita = 150 l/hab x dia

C = coeficiente de retorno água/esgoto = 0,80

K₁ = coeficiente do dia de maior consumo = 1,20

K₂ = Coeficiente da hora de maior consumo = 1,50

Q_{inf} = vazão de infiltração obtida através da metragem de rede (a taxa de infiltração considerada foi 0,15 l/s x Km e para estimar a metragem de rede adotou-se 17,8m de rede por ligação).

É fundamental ter o conhecimento a vazão de infiltração para a projeção de redes coletoras de esgotos, uma vez que influencia diretamente no volume afluyente que chega as estações elevatórias.

Na tabela a seguir são apresentadas as contribuições de esgotos atuais da área urbana de Itacajá.

Tabela 4 - Contribuição de esgoto atual da área urbana do Município de Itacajá

| ANO | População Urbana | Q _{inf} (l/s) | Q _{mim} (l/s) | Q _{méd} (l/s) | Q _{máx} (l/s) | Carga Orgânica |
|-------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|
| 2.020 | 4.460 | 2,40 | 5,50 | 8,59 | 13,55 | 241 |

Não há consumidores especiais que solicitam demanda de água expressiva em Itacajá.

3.4.2.1 Índice de coleta de esgoto

Este indicador de coleta de esgoto foi calculado utilizando dados do SNIS da seguinte maneira:

$$\frac{\text{Vol. de esg. coletado}}{\text{vol. água consumido} - \text{vol água tratada exportada}} \times 100$$

Este indicador representa a porcentagem de volume de água que foi consumida nos domicílios que são atendidos com rede coletora de esgotos. Segundo SNIS, para o ano de 2018 o índice de coleta de esgotos é de 93,09% dos domicílios que são atendidos com rede coletora de esgoto. Vale ressaltar que atualmente, conforme dados passados pelo SEMAE a metragem de rede coletora de esgotos executada na cidade atende apenas 70% da área urbana, onde se concentra aproximadamente 80% da população urbana do município.

3.4.2.2 Índice de Tratamento de Esgoto

Neste estudo foi calculado o Indicador de tratamento de esgoto utilizando dados do SNIS da seguinte maneira:

$$\frac{\text{Vol. de esg. tratado}}{\text{Vol. de esg. coletado}} \times 100$$

Este índice é utilizado como uma forma de mensurar a quantidade de esgoto coletado que está sendo tratada. Quanto maior seu valor, maior o número de domicílios cujos efluentes coletados são tratados pela ETE. Dados do SNIS de 2018 apresenta um valor zerado para este indicador do município de Itacajá. Durante a realização deste diagnóstico, foi constatado durante a visita técnica que todo o esgoto que é coletado na cidade é encaminhado para a estação de tratamento de esgotos, sendo o índice de tratamento de esgotos de 100%.

3.4.2.3 Indicador de extensão de rede de esgoto por ligação

Este Indicador pode ser calculado utilizando dados do SNIS da seguinte maneira:

$$\frac{\text{extensão de rede de esgotos}}{\text{quant. de lig. totais de esgotos}} \times 1000$$

$$\frac{17,8 \text{ m}}{895} \times 1000$$

Este índice é utilizado para monitorar o crescimento de ligações de esgoto, em relação à rede de coleta. De acordo com SNIS, para o ano de 2018, Itacajá apresentou uma média de 3,07 m/ligação. Vale ressaltar que a extensão da rede de coleta de esgotos apresentado pelo SEMAE é de 15908 metros e número apresentado no SNIS para o ano de 2018 é de 6000 metros, acredita-se que tenha um erro de digitação quando foi feita a alimentação dos dados na plataforma, visto que para o ano 2016 a metragem de rede coletora de esgotos executada em Itacajá segundo o SNIS é de 15,9 km.

O número de ligações de esgotos apresentado pelo SEMAE para o município de Itacajá foi de 895 ligações e que consta no SNIS para o ano de 2018 é de 1400 ligações. Como não houve investimentos no SES do município acredita-se que tenha ocorrido um erro de digitação

ao alimentar a base de dados da plataforma do SNIS, pois o número de ligações de esgotos apresentado no SNIS (2018) é superior ao número de ligações de água, sendo que a rede coletora implantada não contempla toda a área urbana, mas toda ela é atendida com rede de distribuição de água.

Diante disso, com os dados coletados junto ao SEMAE determinou-se o índice extensão de rede de esgoto por ligação, que foi de 17,8 metros de rede por ligação.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Análise crítica dos planos diretores de esgotamento sanitário da área de planejamento

De acordo Von Sperling (2005), as águas denominadas esgotos domésticos tem sua composição de aproximadamente 99,9% de água e 0,1% de sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, e microrganismos, patogênicos ou não. Esta pequena fração de 0,1% é que faz com que haja a necessidade de tratar todo o efluente.

O município de Itacajá não possui Plano Diretor de Esgotamento Sanitário, que visa diminuir o risco à saúde da população, evitando a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, ou esgotos escoando a céu aberto, que se constituem perigosos focos de disseminação de doenças.

No entanto, o Município, está em consonância com a lei, estabelecendo parâmetros e diretrizes da política e gestão urbana no Brasil, uma vez que, a obrigatoriedade de elaborar o Plano Diretor cabe a municípios com mais de 20 mil habitantes.

Esta deficiência da ausência do Plano Diretor tem como consequências a falta de planejamento básico e a concretização de vários problemas como os de trânsito, acessibilidade, ausência ou péssima qualidade de infraestrutura de saneamento e outras formas de poluição visual, poluição sonora e atmosférica, entre outros.

4.1.1 Descrição atual dos sistemas de esgotamento sanitário

Em Itacajá o responsável pela prestação do serviço de coleta e tratamento de esgotos é o próprio município através do Serviço Municipal de Abastecimento e Esgoto. O município possui um sistema de coleta e tratamento de esgoto implantado que atende parte da área urbana do município e no restante dos domicílios o tratamento de esgotos é feito de forma individualizada.

Conforme dados levantados pelo Censo dos anos 2000 e 2010, houve uma melhora significativa nos números de domicílios com coleta e tratamento de esgotos, além disso, o percentual de esgotos que não tinham nenhum tipo de tratamento no ano 2000 era de 43% do total e esse número reduziu para 23% no ano 2010. Os valores correspondentes são expressos na tabela 5 a seguir.

Tabela 5 - Domicílios particulares permanentes, por tipo de esgotamento sanitário – 2000 e 2010

| Tipo de esgotamento sanitário | Ano de 2000 | Ano de 2010 |
|---------------------------------|--------------|-------------|
| Tinham | 889 | 1446 |
| Rede geral de esgoto ou pluvial | 1 | 350 |
| Fossa séptica | 97 | 390 |
| Fossa Rudimentar | 615 | 650 |
| Outro | 791 | 706 |
| Não tinham | 683 | 434 |
| Total¹ | 1.572 | 1880 |

Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Censo Demográfico, 2000 e 2010.
Elaboração: Secretaria do Planejamento e Orçamento de Pesquisa e Informações Econômicas ¹Inclusive os domicílios sem declaração do tipo de domicílio.

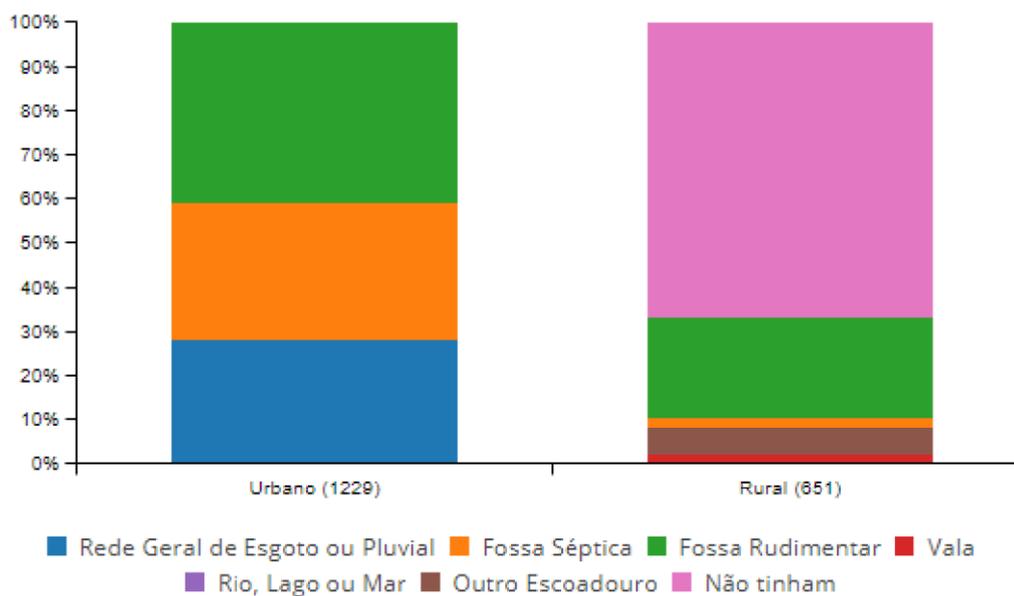
A falta de um sistema adequado de coleta e tratamento de esgotos sanitário ocasiona problemas ambientais e de saúde pública que trazem transtornos para a população e para os gestores públicos. Outra importante razão para tratar os esgotos é a preservação do meio ambiente evitando a contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas.

Segundo o Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2015), a melhor maneira de evitar o contato de pessoas com dejetos é a execução de sistemas adequados de coleta, tratamento e destinação final para os esgotos sanitários. Em regiões isoladas e rurais, podem ser usadas: fossas secas ou rudimentares, onde não há água encanada; fossas absorventes, não impermeabilizadas, que recebem o esgoto conduzido com veiculação hídrica em locais com o lençol freático profundo, ou preferencialmente a solução de um conjunto composto de fossas sépticas e sumidouro, ou outra destinação para os efluentes dos tanques sépticos, preconizada em norma. Nos centros urbanos com elevada densidade demográfica, a solução mais indicada é a implantação de um sistema de esgotamento sanitário composto de rede coletora pública de esgoto seguida de estação de tratamento de esgoto, em que o mesmo tem suas cargas poluidoras reduzidas antes de ser lançado em algum corpo receptor. A infraestrutura atual do sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Itacajá foi diagnosticada considerando sua adequabilidade e eventuais problemas.

No município de Itacajá o esgotamento sanitário ainda é muito precário como demonstra a pesquisa realizada pelo Censo-IBGE no ano de 2010 tanto na área Urbana com 1229 domicílios quanto na área Rural com 651 domicílios. Nesta pesquisa foi apresentado que 41% dos domicílios Urbanos era composta por fossa rudimentar, 31% por fossa séptica e 28% possui rede geral de esgoto ou pluvial, sendo 0% para os demais. Já na área Rural 67% não

tinham, 23% era composta por fossa rudimentar, 2% fossa séptica, 0% rede geral ou pluvial, 6% outros escoadouros, 2% vala e 0% rio, lago ou mar.

Figura 3 – Situação do Esgotamento Sanitário na cidade de Itacajá (2010)



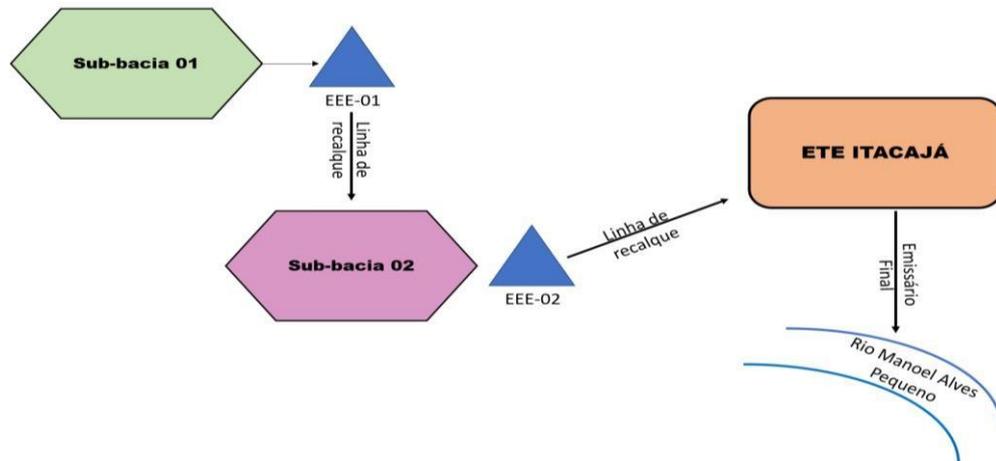
Fonte: Censo – IBGE/Rural – PNSR

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) coletivo implantado no município de Itacajá é composto por:

- ❖ Rede coletora de esgotos, instalada em apenas uma parte da cidade;
- ❖ 02 estações elevatórias de esgotos (EEE) e suas respectivas linhas de recalque;
- ❖ Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) com sistema de tratamento composto de:
 - Tratamento Preliminar;
 - Tratamento Primário (Lagoa Anaeróbia);
 - Tratamento Secundário (Lagoa Facultativa); e
 - Emissário final.

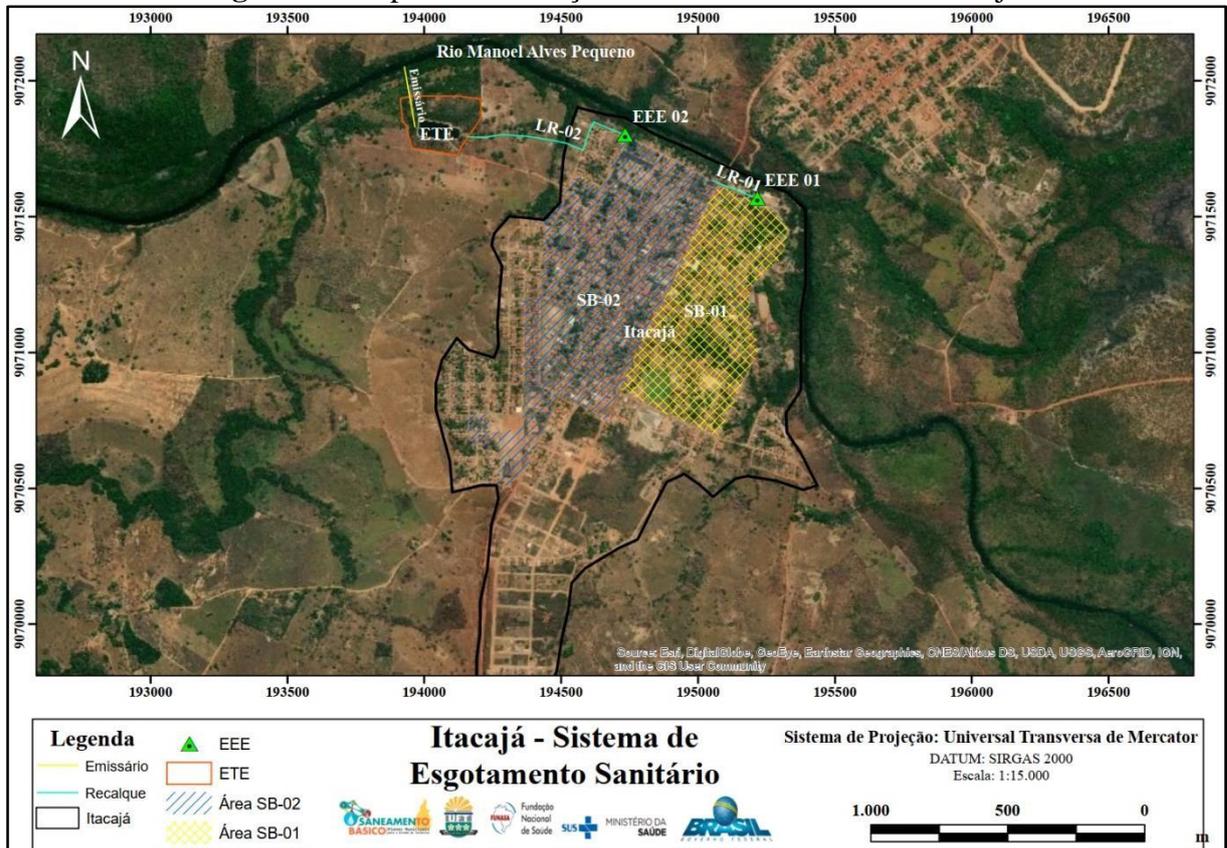
A seguir é apresentada a descrição de cada uma das unidades que compõem o sistema e na Figura 1 e Figura 2 é apresentado, respectivamente, o fluxograma do SES de Itacajá e o mapa com a localização das unidades.

Figura 4 - Fluxograma do SES de Itacajá



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5 - Mapa de localização das unidades do SES de Itacajá



(Fonte: Próprio autor)

a) Rede coletora de esgotos

A maior parte da área urbana do município de Itacajá - TO é contemplada com rede coletora de esgotos. A rede coletora é simples, na rua, executada em tubo PVC Ocre DN 150mm. A extensão de rede executada é de 15.908 metros.

A rede coletora é dividida em duas sub-bacias de esgotamento, cada uma contribuindo para uma estação elevatória de esgotos. A metragem de rede coletora executada na SB-01 é de 5172 metros e na SB-02 é de 10736 metros. Na rede coletora existem 244 órgãos acessórios, sendo 64 terminais de limpeza e 180 poços de visita. Na figura pode-se observar o poço de visita executado na rua de Itacajá.

Figura 6 - Poço de visita executado na área urbana de Itacajá (8°23'22.93"S e 47°46'8.75"O)



b) Ligações domiciliares de esgotos

O sistema implantado conta com 895 (oitocentos e noventa e cinco) ligações domiciliares externas de esgoto, com caixa circular de concreto pré-moldada com tampa e tubulação em PVC OCRE DN 100mm. Nas figuras a seguir é possível observar as ligações domiciliares externas implantadas no sistema de esgotamento sanitário de esgotos de Itacajá. No entanto, mesmo com a ligação domiciliar externa de esgoto implantada, a estimativa é que nem todas as residências são ligadas a rede coletora de esgotos, sendo que algumas ainda mantêm o uso de fossa rudimentar.

Figura 7 - Vista de ligação domiciliar de esgotos, na área urbana de Itacajá ($8^{\circ}23'28.2''S$ e $47^{\circ}46'18.3''O$).



Figura 8 - Vista de ligação domiciliar de esgotos, na área urbana de Itacajá ($8^{\circ}23'24.6''S$ e $47^{\circ}46'16.4''O$).



Figura 9 - Fossa rudimentar em operação nas áreas com rede coletora implantada



c) Estação elevatória de esgotos

Existem duas estações elevatórias de esgotos implantadas em Itacajá, estando ambas as unidades às margens do Rio Manoel Alves Pequeno.

A Estação Elevatória de Esgoto – EEE 01, localizada próximo ao cruzamento da Rua Manuel Alves Pequeno com a Avenida Pedro Ludovico, possui o poço de sucção em concreto fechado com tampas de chapa metálica e uma grade de ferro para fechamento do poço de abrigo dos equipamentos de bombeamento. Há um abrigo para os quadros de comando e uma monovia metálica para auxiliar a retirada dos conjuntos motor-bomba. O poço de sucção é executado em concreto armado e trabalha com dois conjuntos de bombeamento, com 1 bomba principal e 1 bomba reserva.

A Estação Elevatória de Esgoto – EEE 02, localizada próximo ao cruzamento da Manuel Alves Pequeno com a Rua B do setor Flamboyant, possui área cercada com arame, poço de sucção em concreto fechado com tampas de chapa metálica e uma grade de ferro para fechamento do poço de abrigo dos equipamentos de bombeamento. Há um abrigo para os quadros de comando e uma monovia metálica para auxiliar a retirada dos conjuntos motorbomba. O poço de sucção é executado em concreto armado e trabalha com dois conjuntos de bombeamento, com 1 bomba principal e 1 bomba reserva.

Nas figuras a seguir são apresentadas as EEE 01 e EEE 02 de Itacajá.

Figura 10 - Vista da EEE 01 de Itacajá ($8^{\circ}23'22.44''S$ e $47^{\circ}46'2.59''O$)



Um dos problemas visualizados na EEE 001 está relacionado a falta de cercamento da área e fácil acesso ao local de pessoas sem capacitação ou instrução de segurança.

Figura 11 - Vista do poço de sucção e do abrigo de quadro de comando da EEE 01 de Itacajá ($8^{\circ}23'22.44''S$ e $47^{\circ}46'2.59''O$)



Figura 12 - Vista da área da EEE 02 de Itacajá ($8^{\circ}23'14.64''S$ e $47^{\circ}46'18.12''O$)



Figura 13 - Vista do poço de sucção e do abrigo de quadro de comando da EEE 02 de Itacajá ($8^{\circ}23'14.64''S$ e $47^{\circ}46'18.12''O$)



Figura 14 - Vista do poço interior do poço de sucção da EEE 02 de Itacajá (8°23'14.64"S e 47°46'18.12"O)



d) Linha de recalque de Esgotos

A linha de recalque da EEE-01 se inicia no cruzamento da Rua Manuel Alves Pequeno com a Avenida Pedro Ludovico e tem como ponto de lançamento o PV executado no cruzamento da Avenida Pedro Ludovico com a Avenida Presidente Dutra. A tubulação possui 151 metros em PVC DeFoFo DN 100mm.

A linha de recalque da EEE-02 se inicia no cruzamento da Rua Manuel Alves Pequeno com a Rua B e tem como ponto de lançamento o tratamento preliminar da Estação de Tratamento de Esgotos. A tubulação possui 681 metros em PVC DeFoFo DN 100mm.

Na Figura15 a seguir é apresentado o traçado das linhas de recalques.

Figura 15 - Traçado das linhas de recalque da EEE-01 e EEE-02 de Itacajá



Fonte: Google Earth (adaptado pelo autor)

e) Estação de Tratamento de Esgotos

A ETE de Itacajá tem capacidade para tratar uma vazão média de 7l/s. O processo de tratamento adotado para a ETE de Itacajá é constituído de:

❖ Tratamento Preliminar

- ✓ Grade de limpeza manual
- ✓ Desarenador manual tipo canal
- ✓ Medidor de vazão tipo Parshall

❖ Tratamento Primário

- ✓ Lagoa Anaeróbia

❖ Tratamento secundário

- ✓ Lagoa facultativa

Na figura 16 é apresentada a localização da ETE, que está implantada na parte oeste do município.

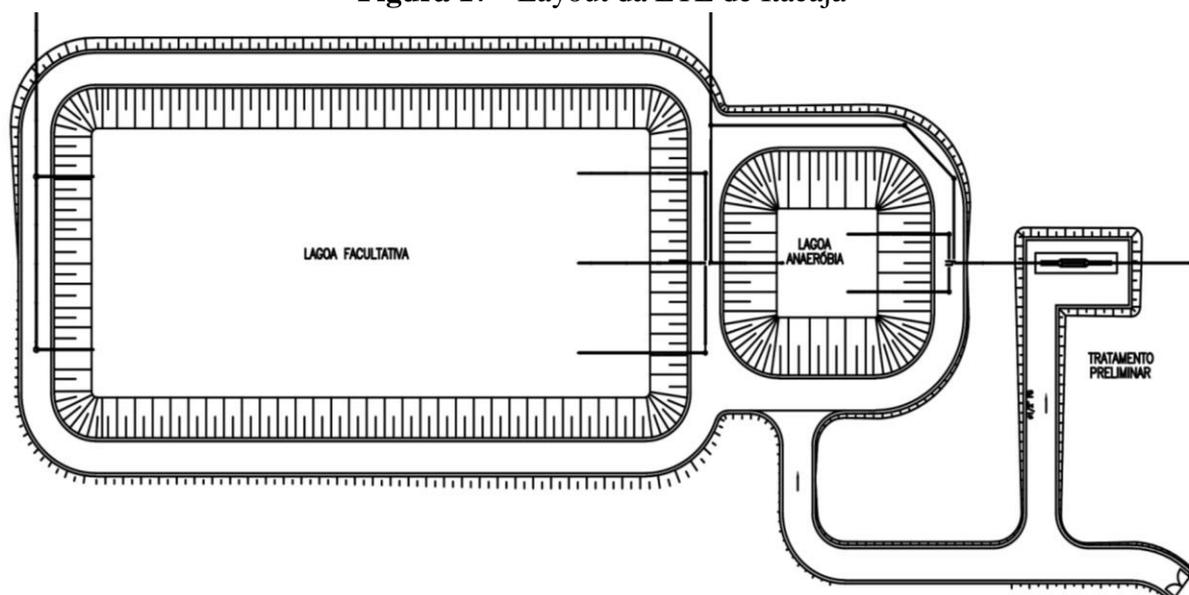
Figura 16 - Localização da ETE de Itacajá ($8^{\circ}23'14.23''S$ e $47^{\circ}46'39.06''O$)



Fonte: Google Earth (adaptado pelo autor)

O sistema implantado requer operação simplificada e não necessita de dispositivos de bombeamento dentro do processo, o que reduz o custo de operação pois não é utilizada energia elétrica. Na Figura 17 é apresentado o layout da unidade.

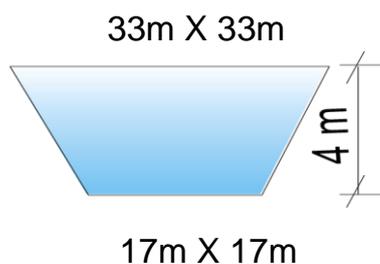
Figura 17 - Layout da ETE de Itacajá



O tratamento preliminar é totalmente apoiado no terreno, tem canal com gradeamento manual, caixa de areia manual e medidor de vazão tipo parshall em fibra de vidro com garganta de 3". Do tratamento preliminar o esgoto é encaminhado para a lagoa anaeróbia.

As lagoas anaeróbias têm por finalidade efetuar o tratamento primário dos esgotos e a estabilização dos lodos sedimentados no fundo das mesmas. São lagoas escavadas no terreno e dimensionadas para reter os esgotos por um período de 3 a 5 dias. A lagoa anaeróbia possui as seguintes características:

| | |
|--|---------------------|
| ✓ Formato da lagoa | Quadrangular |
| ✓ Altura da lâmina líquida | 4 m |
| ✓ Borda livre | 0,70 m |
| ✓ Altura total da lagoa | 3,20 m |
| ✓ Inclinação interna do talude | 1:2 |
| ✓ Comprimento no nível do terreno | 35 m |
| ✓ Largura no nível do terreno | 35 m |
| ✓ Comprimento no espelho d'água | 33 m |
| ✓ Largura no espelho d'água | 33 m |
| ✓ Comprimento no fundo da lagoa | 17 m |
| ✓ Largura no fundo da lagoa | 17 m |
| ✓ Volume útil da lagoa | 2585 m ³ |
| ✓ Dimensões da lagoa para a profundidade de 4 metros | |



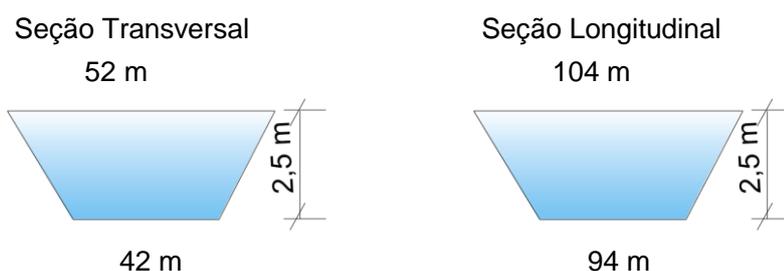
Da lagoa anaeróbia o esgoto é encaminhado para a lagoa facultativa. As lagoas facultativas, ao contrário das lagoas anaeróbias, são construídas para possuir uma grande área superficial e uma pequena altura de lâmina d'água. A razão disto é que o processo de tratamento dos esgotos por uma lagoa de estabilização facultativa ocorre pela ação da radiação luminosa que penetra na massa líquida, criando condições para o desenvolvimento de um processo de fotossíntese, culminando com um ciclo simbiótico entre algas e bactérias.

Quando os esgotos penetram em uma lagoa facultativa, os sólidos sedimentáveis depositam-se no fundo da lagoa e vão formando uma camada de fundo que funcionará como um digestor anaeróbio. É a região anaeróbia de uma lagoa facultativa.

Sobre a camada anaeróbia existe uma camada que possui oxigênio livre e tem uma coloração esverdeada, devido a um excessivo crescimento das algas. O oxigênio dissolvido presente varia de acordo com a profundidade e com as horas do dia.

A seguir são apresentadas as características da lagoa facultativa.

| | |
|---|----------------------|
| ✓ Formato da lagoa | Retangular |
| ✓ Altura da lâmina líquida 2,5 m | |
| ✓ Borda livre | 0,50 m |
| ✓ Altura total da lagoa | 3 m |
| ✓ Inclinação interna do talude | 1:2 |
| ✓ Comprimento no nível do terreno | 106,80m |
| ✓ Largura no nível do terreno | 54,80 m |
| ✓ Comprimento no espelho d'água | 104m |
| ✓ Largura no espelho d'água | 52 m |
| ✓ Comprimento no fundo da lagoa | 94 m |
| ✓ Largura no fundo da lagoa | 42 m |
| ✓ Volume útil da lagoa | 11648 m ³ |
| ✓ Dimensão da lagoa para altura líquida = 2,5 m | |



O emissário final da ETE foi executado em tubulação PVC Ocre DN 150mm, com uma extensão de 200 m e tem como corpo receptor o Rio Manoel Alves Grande. Na figura a seguir é apresentado o traçado do emissário da ETE até o corpo receptor que tem o ponto de lançamento nas coordenadas 8°23'6.26"S e 47°46'44.51"O.

Figura 18 - Traçado do emissário final da ETE de Itacajá



Fonte: Google Earth (adaptado pelo autor)

Nas figuras a seguir são apresentadas as unidades implantadas na ETE de Itacajá.

Figura 19 - Vista do tratamento preliminar (8°23'14.28"S e 47°46'37.56"O)



Figura 20 - Vista da lagoa anaeróbia (8°23'14.11"S e 7°46'38.70"O)



Figura 21 - Vista da lagoa facultativa (8°23'13.63"S e 47°46'41.23"O)



Figura 22 - Vista da casa do operador da ETE (8°23'14.28"S e 47°46'37.56"O)



f) Áreas não atendidas com rede coletora de esgotos

As áreas que não são contempladas com rede coletora de esgotos os esgotos produzidos são dispostos através de fossa absorvente (que também são denominadas fossa rudimentar), decorrendo desta prática os problemas a ela inerentes, tais como a necessidade de limpeza periódica e até mesmo a saturação da mesma podendo causar a possível veiculação do efluente pelas sarjetas das vias públicas que podem provocar problemas de saúde principalmente as doenças de veiculação hídrica e também contribuem para o aparecimento de insetos e parasitas que podem transmitir doenças.

Na Figura 23 pode ser observada a construção de fossa rudimentar na residência de Itacajá, bem como a construção destas em logradouros.

Figura 23 - Vista de fossa rudimentar instalada na calçada no setor urbano de Itacajá
(8°23'42.91"S e 47°46'39.56"O)



Figura 24 - Vista de fossa rudimentar instalada na calçada no setor urbano de Itacajá
(8°24'5.19"S e 47°46'30.79"O)



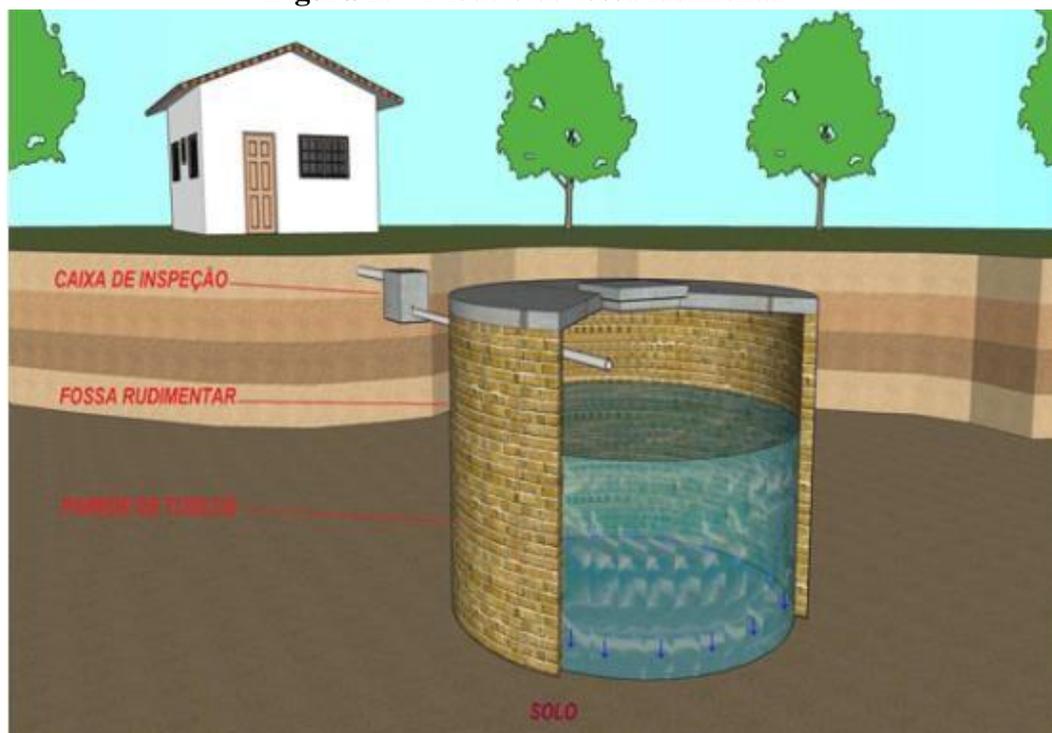
O Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2015, p. 204) define as fossas absorventes

como poços ou buracos escavados no solo, sem impermeabilização ou com impermeabilização parcial, onde é feita a disposição do esgoto bruto conduzido por

veiculação hídrica. Ao receber diretamente o esgoto gerado nas residências, as fossas absorventes desempenham as funções de tanque séptico e sumidouro, mas devido à maior quantidade de sólidos, matéria orgânica e lodo digerido acumulado em seu interior, o entupimento do solo na região da fossa pode ocorrer mais rapidamente do que nos sumidouros construídos após tanques sépticos.

Na Figura 25 é apresentado um modelo de fossa rudimentar.

Figura 25 - Modelo de fossa rudimentar



(Fonte: SOTERO, 2010)

As fossas rudimentares são caracterizadas por várias instituições como uma opção incorreta para o tratamento de esgoto em municípios menores, para elas independe do local de sua instalação e da maneira que esta fossa é construída (TONETTI et al., 2018). Compartilha do mesmo pensamento, o IBGE (2013) e a PLANSAB (BRASIL, 2019), quando entendem que o município fornece atendimento precário quando do uso de fossas rudimentares, classificando o domicílio que é servido por esse sistema como em situação de déficit.

No entanto, segundo a Funasa (2015 apud (WHO/UNICEF, 2017) “esse tipo de sistema é considerado internacionalmente e mesmo nacionalmente como uma forma de tratamento e disposição final adequada, já que resolve satisfatoriamente aspectos de saúde pública e garante uma separação higiênica entre pessoas e suas excretas”.

Recentemente o PNSR (2018c) também elencou “a fossa absorvente como uma das tecnologias adequadas para o tratamento de esgotos domésticos de populações rurais, desde que o lençol freático seja profundo”.

Essa alternativa de esgotamento sanitário é bastante utilizada, principalmente em áreas mais pobres, pois muitos não têm condições financeiras para a construção de uma fossa séptica bem equipada.

4.1.2 Deficiências referentes ao sistema de esgotamento sanitário

Em Itacajá, existem ainda bairros que não possuem coleta e nem tratamento de esgotos, sendo o tratamento nessa área, que corresponde a 20% da área urbana, feito por sistema individualizado de fossas sépticas ou rudimentares.

O sistema coletivo implantado não possui cadastro e nem dados operacionais dos equipamentos implantados nas unidades, assim como não há cadastro das fossas sépticas implantadas.

De acordo com o operador da estação de tratamento de esgotos, no período chuvoso a vazão na ETE aumenta consideravelmente, indicando que pode haver ligações de águas pluviais na rede de esgoto, isso ocasiona também a sobrecarga de vazão nas elevatórias que podem vir a extravasar.

Observou-se que a rotina de operação das estações elevatórias de esgotos é deficitária, pois foi havia muitos resíduos dentro do poço de sucção das unidades, o que provoca o mal funcionamento e danos nos equipamentos de bombeamento, necessitando de constantes reparos.

A ETE se encontra em mal estado de conservação, com muito mato dentro da unidade e os resíduos retirados do tratamento preliminar são depositados dentro da área da ETE sem nenhum tipo de tratamento e acomodação adequada. Observou-se ainda uma grande quantidade de lodo flotado nas lagoas de estabilização que devem ser periodicamente removidos.

Sobre as fossas implantadas, a principal deficiência detectada foi o não controle da execução do sistema de tratamento individual, os quais na maioria das vezes são realizados sem projetos e sem estudo de viabilidade, ou seja, avaliar o nível do lençol e a permeabilidade do solo.

Quando a população faz uso de fossas rudimentares para disposição final desses efluentes, podem resultar na contaminação do solo e dos recursos hídricos subterrâneos, atraindo vetores e expondo a população a doenças de veiculação hídrica, e quando se faz o uso de fossas sépticas ou rudimentares, as mesmas devem ter manutenção periódica, a fim de garantir o seu bom funcionamento e evitar a contaminação do solo e dos recursos hídricos, o que não foi verificado no município. Destaca-se também que o município não faz o “as built”

das unidades o que dificulta saber o número real de unidades instaladas no município e gera ausência de dados referente a aspectos construtivos e de limpeza periódica das unidades.

Devido à ausência de caminhão limpa fossa no Município o aspecto operacional das fossas e tanques sépticos fica prejudicado, pois inviabiliza a remoção do lodo digerido que se acumula no fundo, que deve ser retirado periodicamente e receber tratamento e disposição adequada. Segundo Funasa (2014, p. 205), “o procedimento para a remoção do lodo do tanque séptico deve ocorrer de forma rápida e sem contato do mesmo com o operador. Para isto recomenda-se a introdução de um mangote, através da tampa de inspeção, para sucção por bombas”.

Outro ponto que se deve ressaltar é a ausência de um Plano Diretor ou Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano, que exija para os novos empreendimentos de loteamentos e condomínios a implantação de sistemas de esgotamento sanitários e com isso, a postura firme da prefeitura e seus órgãos técnicos em fazer valer a observância das regras de ocupação, bem como das determinações normativas em vigor quanto à realização de soluções individuais e/ou comunitárias para o esgotamento sanitário. Acrescente-se a essas recomendações, a elaboração de um projeto de esgotamento sanitário contemplando todo o município.

4.1.3 Balanços entre geração de esgoto e capacidade do sistema de esgotamento sanitário

O sistema implantado em Itacajá está em operação e a rede coletora implantada contempla apenas uma parte da cidade e o módulo de tratamento implantado na ETE foi dimensionado para uma vazão média de 7 l/s.

A população atendida com coleta e tratamento de esgotos é apenas 80% da área urbana, com isso a vazão média de contribuição da população atual é de 7,3 l/s, assim a ETE instalada tem capacidade para atender a vazão afluyente produzida pela população atendida, para o atendimento de toda a área urbana será necessária a ampliação da capacidade da ETE implantada.

4.1.4 Caracterização da prestação dos serviços

O serviço de coleta e tratamento de esgotos encontra-se deficitário no quesito operacional, visto que foi observado que o sistema apresenta falhas operacionais que devem ser sanadas, principalmente quanto a rotina de limpeza das estações elevatórias de esgotos, do tratamento preliminar da estação de tratamento de esgotos e da limpeza das áreas das unidades.

Com relação a qualidade do efluente gerado, não foi possível fazer nenhuma avaliação visto que não foram apresentados dados de monitoramento da ETE, bem como dados de medição de vazão afluente a estação o que possibilitaria determinar o volume de esgotos que é tratado da estação.

4.2 PROGNÓSTICO

O prognóstico é uma das principais etapas para o direcionamento da gestão de serviços de saneamento básico para que assim possa atender o município de forma universal, uma vez que o prognóstico se dá através do levantamento realizado no diagnóstico, afim de buscar soluções estruturais e estruturantes. Com o prognóstico é possível fazer a identificação, o dimensionamento, a análise e prever a implementação de alternativas de intervenção, buscando atender as demandas e prioridades da população em relação ao saneamento básico.

4.2.1 Prognóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário

É fundamental para o planejamento dos sistemas e estruturas de saneamento básico ter o conhecimento da dinâmica populacional, pois não é tarefa fácil fazer uma estimativa demográfica de uma população, devido os vários fatores concorrentes, principalmente no que diz respeito ao aspecto econômico. Como o Censo acontece apenas a cada dez anos, tendo o último ocorrido em 2010, é indispensável realizar a revisão dos valores adotados nas projeções iniciais, para que seja reavaliada as demandas, além de considerar os dados oficiais mais recentes disponíveis.

Conforme levantamento de dados feito pelo IBGE, observou-se que a população total atendida pelo sistema de esgoto com fossa séptica obteve um aumento de 25,04% no período do ano 2000 a 2010, portanto, nota-se um aumento da população atendida com média percentual de 2,8% ao ano. Entretanto, adotou-se a partir de 2011 a média de 2,8% de aumento até o ano de 2020 chegando a uma estimativa de 1552 famílias atendidas com saneamento básico, conforme apresentado na tabela 6 a seguir:

Tabela 6 – Projeção do aumento de famílias a serem atendidas pela instalação de fossas sépticas do município de Itacajá -TO

| Cenário da Evolução do Esgotamento Sanitário | | | | | |
|---|--------------------|-------------------|-------------|--------------------|-------------------|
| Ano | Nº famílias | Percentual | Ano | Nº famílias | Percentual |
| 2000 | 883 | - | 2011 | 1210,98 | 2,8% |
| 2001 | 910 | 2,97% | 2012 | 1244,89 | 2,8% |
| 2002 | 951 | 4,31% | 2013 | 1279,75 | 2,8% |
| 2003 | 1013 | 6,12% | 2014 | 1315,58 | 2,8% |
| 2004 | 1087 | 6,81% | 2015 | 1352,42 | 2,8% |
| 2005 | 1079 | -0,74% | 2016 | 1390,29 | 2,8% |
| 2006 | 1138 | 5,18% | 2017 | 1429,21 | 2,8% |
| 2007 | 1175 | 3,15% | 2018 | 1469,23 | 2,8% |
| 2008 | 1194 | 1,59% | 2019 | 1510,37 | 2,8% |
| 2009 | 1187 | -0,59% | 2020 | 1552,66 | 2,8% |
| 2010 | 1178 | -0,76% | | | |
| | Média | 2,80% | | | |

Fonte: Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Município de Itacajá - TO

Como o foco deste trabalho é da área urbana, conforme apontado pelo censo o percentual é 60,14% da população urbana que são atendidas pelo sistema de esgoto, na tabela 7 é apresentado a projeção do aumento de famílias a serem atendidas pela instalação de fossas sépticas no município de Itacajá.

Tabela 7 – Projeção do aumento de famílias a serem atendidas pela instalação de fossas sépticas na área urbana de Itacajá -TO

| Cenário da Evolução do Esgotamento Sanitário Urbano | | | | | |
|--|--------------------|-------------------|-------------|--------------------|-------------------|
| Ano | Nº famílias | Percentual | Ano | Nº famílias | Percentual |
| 2000 | 531 | - | 2011 | 727,82 | 2,8% |
| 2001 | 547 | 2,93% | 2012 | 748,20 | 2,8% |
| 2002 | 572 | 4,37% | 2013 | 769,15 | 2,8% |
| 2003 | 609 | 6,08% | 2014 | 790,69 | 2,8% |
| 2004 | 654 | 6,88% | 2015 | 812,83 | 2,8% |
| 2005 | 649 | -0,77% | 2016 | 835,59 | 2,8% |
| 2006 | 684 | 5,12% | 2017 | 858,98 | 2,8% |
| 2007 | 707 | 3,25% | 2018 | 883,04 | 2,8% |
| 2008 | 718 | 1,53% | 2019 | 907,76 | 2,8% |
| 2009 | 714 | -0,56% | 2020 | 933,18 | 2,8% |
| 2010 | 708 | -0,85% | | | |
| | Média | 2,80% | | | |

Fonte: Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Município de Itacajá - TO

4.2.3 Consumo e Demanda de Abastecimento de Água

Para definir o consumo atual e a demanda futura de água no sistema de abastecimento foi necessário fazer o alinhamento da projeção populacional, que foi apresentado anteriormente, do consumo per capita e do levantamento das vazões de contribuições de esgoto.

4.2.4 Consumo *Per Capita*

Para obter o consumo médio de água por pessoa/dia de uma população deve dividir o total do consumo de água por dia da população pelo número de pessoas atendidas. Sendo assim, para este estudo foi utilizado o banco de dados do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) e da FUNASA, a fim de mensurar o histórico de consumo da população de Itacajá – TO, optando por considerar o banco de dados do SNIS no período de 2010 a 2019. Através dos dados obtidos pelo SNIS e pela FUNASA alcançou uma média de 150 l/dia de consumo *per capita* no município de Itacajá – TO no ano de 2019.

4.2.5 Projeção Futura da Vazão de Esgoto (20 anos)

As vazões de contribuição na área de projeto são constituídas das vazões de esgoto doméstico e das contribuições de infiltração. Os cálculos das vazões de esgoto são feitos pelas equações:

O Quadro a seguir demonstra a evolução das contribuições de esgoto, ao longo dos 20 anos, para o município de Itacajá - TO, considerando o crescimento populacional. Para atender a população de final de plano, as vazões incrementais serão de 26,34 L/s.

Quadro 4 – Contribuição das vazões de esgoto ao longo de 20 anos para o município de Itacajá - TO

| ANO | POPULAÇÃO ITACAJÁ - TO | | |
|------|------------------------|--------|-------------|
| | TOTAL | URBANA | VAZÃO (L/S) |
| 2010 | 7.104 | 4273 | - |
| 2019 | 7.454 | 4.483 | 14,0 |
| 2020 | 7.494 | 4.507 | 14,1 |
| 2021 | 7.534 | 4.531 | 14,2 |
| 2022 | 7.574 | 4.556 | 14,2 |
| 2023 | 7.615 | 4.580 | 14,3 |

| | | | |
|------|-------|-------|------|
| 2024 | 7.655 | 4.605 | 14,4 |
| 2025 | 7.696 | 4.629 | 14,5 |
| 2026 | 7.738 | 4.654 | 14,5 |
| 2027 | 7.779 | 4.679 | 14,6 |
| 2028 | 7.821 | 4.704 | 14,7 |
| 2029 | 7.862 | 4.729 | 14,8 |
| 2030 | 7.905 | 4.755 | 14,9 |
| 2031 | 7.947 | 4.780 | 14,9 |
| 2032 | 7.989 | 4.806 | 15,0 |
| 2033 | 8.032 | 4.831 | 15,1 |
| 2034 | 8.075 | 4.857 | 15,2 |
| 2035 | 8.118 | 4.883 | 15,3 |
| 2036 | 8.162 | 4.909 | 15,3 |
| 2037 | 8.206 | 4.936 | 15,4 |
| 2038 | 8.249 | 4.962 | 15,5 |
| 2039 | 8.294 | 4.989 | 15,6 |
| 2040 | 8.338 | 5.015 | 15,7 |
| 2041 | 8.383 | 5.042 | 15,8 |
| 2042 | 8.428 | 5.069 | 15,8 |

Fonte: próprio autor

Logo, se temos 15,908 km de rede e uma taxa de infiltração de 0,15L/s.km o que chega a uma estimativa de 2,39 l/s de infiltração na rede, sendo este um valor fixo que não muda com o passar dos anos.

4.2.6 Estimativa de Contribuição de Esgoto

A evolução das contribuições de esgoto ao longo dos 20 anos, considerando o ano inicial 2019 e final 2042, foi definida a partir de cálculos de taxa de crescimento populacional, tomado como base os censos do IBGE. As vazões foram calculadas, considerando um consumo per capita de água na região de estudo de 150 l/habitante x dia, coeficientes de máxima vazão diária $K1=1,2$ e de máxima vazão horária $K2=1,5$ (NBR 9649/1986) e coeficiente de retorno de 80%, recomendado pela literatura. Devido às características da área de estudo que favorecem a infiltração, foi fixada uma taxa de infiltração de 0,15L/s.km que é para o cálculo da contribuição de esgoto.

4.2.7 Demandas dos Serviços

Diante das informações apresentadas sobre o serviço de esgotamento sanitário no município de Itacajá, as principais demandas são:

- ✓ O município não dispõe de um Plano Diretor de Esgotamento sanitário;
- ✓ No levantamento realizado constatou-se que, em relação ao sistema de Esgotamento Sanitário, o serviço atualmente prestado ao Município pela Prefeitura Municipal apresenta deficiências operacionais que comprometem o bom desempenho do sistema;
- ✓ O percentual da população urbana que recebe o serviço de coleta de esgotos corresponde a 80%, segundo as informações coletadas junto a SEMAE;
- ✓ A ETE implantada tem capacidade para atender apenas 80% da população urbana do município, para atender toda a área urbana pelo sistema coletivo de coleta e tratamento de esgotos, o sistema deverá passar por ampliação de sua capacidade;
- ✓ Não há cadastro das unidades implantadas e nem monitoramento do efluente tratado na ETE, nem do corpo receptor;
- ✓ Ausência de grupo gerador nas estações elevatórias, para os momentos de falta de energia elétrica;
- ✓ Parte da população ainda utiliza fossas rudimentares como principal forma de destinação dos esgotos, o que pode levar à contaminação do solo e da água subterrânea e favorecer a prevalência de doenças de transmissão feco-oral. A Prefeitura Municipal não possui informações relacionadas ao número de residências da área urbana e rural que utilizam fossas rudimentares, o que dificulta avaliações mais profundas;
- ✓ A manutenção das fossas fica comprometida pelo fato de o município não dispor de caminhão limpa-fossa para a retirada do lodo depositado na unidade;
- ✓ Sempre que ocorre o enchimento da fossa em uma residência uma nova fossa é executada para o recebimento dos esgotos gerados;
- ✓ Segundo a Prefeitura Municipal, a ausência de legislação municipal que obrigue a população a se ligar na rede coletora de esgotos é um fator que dificulta a ampliação da coleta e do tratamento de esgotos no município;
- ✓ Todo o esgoto coletado atualmente em Itacajá é encaminhado para a estação de tratamento de esgoto e após passar pelas unidades de tratamento é encaminhado para o corpo receptor, o Rio Manuel Alves Pequeno;

- ✓ A identificação, junto aos municípios vizinhos, de áreas ou atividades onde pode ocorrer cooperação, complementaridade ou compartilhamento de processos, equipamentos e infraestrutura, relativos à gestão do saneamento básico ou de cada um dos serviços ou componente em particular, é um tanto complexa. Em relação ao esgotamento sanitário essa situação mostra-se ainda mais delicada, uma vez que ainda são necessários estudos mais aprofundados para avaliação da melhor solução de esgotamento – individual ou coletiva – para as diversas localidades do município.
- ✓ Não há previsão de investimentos em esgotamento sanitário para o município de Itacajá.

4.2.8 Alternativas de Atendimento das Demandas dos Serviços

Devido ao município de Itacajá – TO não ter o Plano Municipal de Saneamento Básico será apresentado aqui algumas alternativas para que seja realizado o atendimento das demandas identificadas no diagnóstico do sistema de esgotamento sanitário, visando à melhoria das condições sanitárias em que vive a população de Itacajá – TO. Tais alternativas terão por base as deficiências apresentadas nos serviços de esgotamento sanitário, que poderão ser utilizadas para a criação do PMSB.

No Quadro a seguir será sugerida algumas alternativas para o atendimento de algumas demandas identificadas.

Quadro 5 – Alternativas para atendimento das demandas de esgotamento sanitário de Itacajá – TO.

| Demanda | Alternativa |
|--|---|
| Ausência do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário | Criação de um Plano de Gerenciamento dos esgotos sanitários que atenda toda a área do município de Itacajá - TO |
| Sistema de coleta e tratamento de esgotos implantado com operação deficiente | Implantação de estrutura (ETE) para tratamento dos esgotos gerados no município de Itacajá - TO |
| Risco de extravasamento das estações elevatórias | Construção de grupo gerador para que seja instalado nas unidades |
| Falta de controle de qualidade do sistema. | Providenciar o monitoramento do efluente gerado na ETE e do corpo receptor |
| Risco de contaminação do solo da ETE | Implantação de tratamento por desinfecção simplificada por dosador de pastilhas e criação de sistema adequado para retirada dos resíduos do tratamento preliminar |

| | |
|--|---|
| Elevado número de fossas rudimentares | Incentivo para a adesão de todas as casas da área urbana à rede coletora. |
| Ausência de fossas executadas de acordo com o estabelecido nas normas técnicas | Implantação de unidades de acordo com os critérios técnicos necessários |

Fonte: Elaborada pelo Autor

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível identificar a situação atual do sistema de esgotamento sanitário no município de Itacajá – TO. A opção por concretizar este estudo foi devido ao município não possuir um Plano Municipal de Saneamento Básico e um sistema de esgoto sanitário que não atende toda a comunidade, deixando a população exposta a possíveis contaminações, comprometendo a qualidade de vida e as condições ambientais locais. Através disso foi possível pontuar algumas alternativas para sanar as deficiências identificadas no sistema de esgotamento sanitário na área urbana do município, possibilitando fazer o diagnóstico da situação de Itacajá nos vários aspectos do sistema de esgotamento sanitário para elaboração de um estudo de concepção.

A situação atual do município de Itacajá – TO se encontra em déficit no eixo do sistema de esgotamento sanitário uma vez que não se enquadra na lei do saneamento básico quanto a universalização.

Foi observado que a população de Itacajá utiliza de inadequadas opções de esgoto sanitário principalmente no que tange a falta de recursos para se adequar, estando a maioria dos moradores cientes dos problemas decorrentes desta forma de descarte, carecendo que a detentora da concessão e o poder público municipal busquem investimentos que permitam a implantação de um sistema de esgotamento sanitário adequado à disposição do efluente. Assim sendo, o sistema de esgotamento sanitário atual não consegue atender a demanda do município. Uma das alternativas proposta foi construção de redes e estações de tratamento de esgoto para atendimento de toda área urbanizada e ampliação da ETE, para atender a população com qualidade.

Contudo, propõe-se a implantação de uma solução alternativa coletiva, criando o sistema de esgotamento sanitário coletivo em operação e incentivar e apoiar a implantação de sistemas unifamiliares de tratamento, para promover o acesso de toda a população ao esgoto sanitário adequado.

Outro fator que também aparece como uma ferramenta essencial é a Educação Ambiental, que incentiva a universalização do sistema de esgoto sanitário, tanto na zona urbana quanto para a comunidade em geral. As ações em Educação Ambiental podem ser realizadas por meios de comunicação, rádio, mídias online, portal da transparência, e presencialmente, utilizando-se de oficinas, palestras, capacitações e fóruns de discussão sobre o esgotamento sanitário.

REFERÊNCIAS

ABNT – NBR9648 – **Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário** – Procedimento. 1986. Disponível em: <<http://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/5589/abnt-nbr9648-estudo-de-concepcao-de-sistemas-de-esgoto-sanitario>>. Acesso 16 jun 2021.

AÇÃO CIVIL PÚBLICA. Ministério Público Federal. Nº 1.23.003.000125/2015-44. Altamira – PA, 2016.

ARAÚJO, R. de. **O Esgoto Sanitário**. In: NUVOLARI, A. (coord.). Esgoto Sanitário, Coleta Transporte, Tratamento e Reúso Agrícola. São Paulo: FATEC-SP CEETEPS, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229: **Projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementares e disposição final dos efluentes de tanques sépticos: procedimentos**. Rio de Janeiro, 1993. 15p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 375/20015. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Data da legislação: 17/03/2005 - Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf. Acesso em: 28 ago 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB Versão Revisada. 226 p, 2019.

BRASIL, **Decreto nº 10.203**, de 22 de janeiro de 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.203-de-22-de-janeiro-de-2020-239407252>>. Acesso em: 05 de junho de 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.445**, 05 de janeiro de 2007. Disponível em: <<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=11445&ano=2007&ato=9bacXWU90MRpWTad7>>. Acesso em: 02 de abril de 2021.

BRASIL. **Lei nº 14.026**, 15 de julho de 2020. Disponível em: <<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=14026&ano=2020&ato=cfaATWE9EMZpWT417>>. Acesso em: 02 abril 2021.

BRASIL. **Política e plano municipal de saneamento básico: convênio Funasa/Assemae - Funasa/Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**. 2 ed. Brasília: Funasa, 2014.

BRASIL. **Termo de referência para elaboração de plano municipal de Saneamento Básico**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS – CNM. **Planos Municipais de Saneamento Básico: Orientações para Elaboração.** Brasília: CNM, 2014.

COSTA, Beatriz Veras. **Sistema de Esgotamento Sanitário – Estudo de Caso: Treviso/SC.** 2013, 98 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, SC, Centro Tecnológico.. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/125163>>. Acesso em: 02 abril 2021.

DIAS, Alexandre Pessoa; ROSSO, Thereza Christina de Almeida. **Análise dos Elementos Atípicos do Sistema de Esgoto – Separador Absoluto** – na Cidade do Rio de Janeiro. *Engevista*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p.177-192, dez. 2011.

DIAS, Alexandre Pessoa; ROSSO, Thereza Christina de Almeida. **Série Temática: Recursos Hídricos e Saneamento: os sistemas de saneamento na cidade do rio de janeiro** - parte i. Rio de Janeiro: COAMB / FEN / UERJ, 2012.

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Áreas contaminadas Informações Básicas.** Departamento de Meio Ambiente. São Paulo-SP, 2014.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento.** Brasília, 6ª edição, 2015.

FUNASA. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Operação e manutenção de tanques sépticos - lodo: manual de boas práticas e disposição do lodo acumulado em filtros plantados com macrófitas e desinfecção por processo térmico** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

FUNASA. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento.** Brasília, DF, 4ed, 2015.

FUNASA. **Manual de Saneamento Básico.** 3 ed. rev. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional do Saneamento Básico 2008.** Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>. Acesso em: 28 abr 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por amostra de domicílios 2013.** Rio de Janeiro, RJ, 2013.

LIMA JÚNIOR, **Esgotamento Sanitário no Estado do Tocantins: Estatísticas e Desafios.** *Controle Social e Desenvolvimento Territorial / Control Social Y Desarrollo Territorial.* v. 5,

n.5, jan/jul. 2019. Disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/csdt/issue/view/348/293>>. Acesso em: 05 de junho de 2021.

MACHADO JUNIOR, Claudio; SOUZA, Djonatan Damacena de. **Estudo da Taxa de Infiltração no Sistema de Esgotamento Sanitário no Município de Laguna no Bairro Mar Grosso**. UNISUL, Tubarão, 2020. Disponível em: <<https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/10940/ESTUDO%20DA%20TAXA%20DE%20INFILTRA%c3%87%c3%83O%20NO%20SISTEMA%20DE%20ESGOTAMENTO%20SANIT%c3%81RIO%20NO%20MUNIC%c3%8dPIO%20DE%20LAGUNA%20NO%20BAIRRO%20MAR%20GROSSO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 16 jun 2021.

MARTINETTI, T. H.; TEIXEIRA, B.A.N.; SHIMBO, I. Pesquisa-ação participativa para execução de sistema de tratamento local de efluentes sanitários residenciais sustentável: caso do assentamento rural Sepé- Tiaraju. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.3, n. 9, p.43-55, 2009.

MATOS, Caio Petrillo Vieira de et al. **Informações para planejar o Esgotamento Sanitário**. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS, 2020.

MIRANDA, Mayra; PEDRELLI, Tânia Denise; MUSSI, Carolina Schmanech. ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE ILHOTA/SC. Congresso ABES FENASAN, 2017. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2018/06/II-049.pdf>>. Acesso em 16 jun 2021.

MEZZOMO, Viviane **Estudo Comparativo entre os Sistemas Condominial e Convencional do Tipo Separador Absoluto de Coleta de Esgoto Sanitário**. UFRGS Instituto de Pesquisa Hidráulica Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/212357/001113966.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 jun 2021.

MOTA, S. & VON SPERLING, M. (2009) Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção. vol. 1. Rio de Janeiro: PROSAB/FINEP. 430 p.

PIRES, Fabrício Matheus Barcelos. **Sistema de Esgotamento Sanitário – Estudo de Caso: Maré/** Fabrício Matheus Barcelos Pires. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10023811.pdf>>. Acesso em: 16 jun 2021.

PNSR. 2018a. Capítulo 3: O Rural para o Saneamento. Consulta pública Programa Nacional de Saneamento Rural. Disponível em: <<http://pnsr.desa.ufmg.br/consulta/124>> . Acesso em: 12 de maio de 2020.

PRZYBYSZ, L.C.B. A gestão de recursos hídricos sob a ótica do usuário de saneamento: estudo de caso da bacia do alto Iguaçu. Curitiba, 2007.

Diário Oficial do Estado, PRio Sono, TO, nº. 1156, 22 mar. 2002. Disponível em: <<http://central3.to.gov.br/arquivo/225863/>>. Acesso em: abril/2020.

TOCANTINS. Palácio Araguaia. Decreto nº. 2432 de 6 de junho de 2005, Regulamenta a outorga do direito de uso de recursos hídricos de que dispõe os artigos 8, 9 e 10 da Lei 1307, de 22 de março de 2002. Disponível em: <<http://central3.to.gov.br/arquivo/107424/>>. Acesso em: abril/2020.

TONETTI, A. L.; BRASIL, A.L.; MADRID, F.J.P.L.; FIGUEIREDO, I.C.S.; SCHNEIDER, J.; CRUZ, L.M.O.; DUARTE, N.C.; FERNANDES, P.M.; COASACA, R.L.; GARCIA, R.S.; MAGALHÃES, T.M. Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções. Biblioteca/Unicamp. Campinas, São Paulo, 153 p, 2018.

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.

UNIGEO Consultoria Ambiental e Georreferenciamento. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Município de Itacajá –TO. Prefeitura Municipal de Itacajá – TO**. Disponível em: <[e7c06038364ab93a63beb81b3aab2f2cf03bedaeb37999c9233037e470fba459_1606323509.pdf](http://itacaja.to.gov.br/e7c06038364ab93a63beb81b3aab2f2cf03bedaeb37999c9233037e470fba459_1606323509.pdf) (itacaja.to.gov.br)>. Acesso em: 28 agos 2021.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Volume 1: Introdução À Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3ª Edição. Belo Horizonte, Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: UFMG, 2005.

WHO/UNICEF. 2017. World Health Organization (WHO) and the United Nations Children’s Fund (UNICEF). Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. 110p.