UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS
MESTRADO EM ECOLOGIA

JOÃO CARLOS DA SILVA

SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS DIFERENCIADOS – TRATAMENTO CONTÍNUO E POR BATELADA – NO MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE – SP

SANTOS/SP
2016

JOÃO CARLOS DA SILVA

SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS DIFERENCIADOS – TRATAMENTO CONTÍNUO E TRATAMENTO POR BATELADA NO MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE – SP

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob a orientação da Prof. Dr. Deovaldo de Moraes Júnior.

SANTOS/SP

2016

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Silva, João Carlos da.
Sistemas de tratamento de esgotos domésticos diferenciados – Tratamento contínuo e tratamento por batelada no município de São Vicente – SP. João Carlos da Silva, 2016.
N.fls.61.

Orientador: Prof. Dr. Deovaldo de Moraes Júnior.

Dissertação de Mestrado – Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Santos, SP, 2016.

1. Tratamento de Esgotos 2. Contínuo. 3. Batelada 4. DBO. 5. DQO. 6. Coliformes fecais I. Júnior, Deovaldo de Moraes. II. Eficiência entre sistemas de Tratamento de esgotos domésticos diferenciados – Tratamento Contínuo e Tratamento por Batelada no Município de São Vicente – SP.

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas - Unisanta

Dedico

Aos meus Pais, João Batista e Alzira (in memoriam), sem os quais não chegaria até aqui

À minha esposa Marina e filhas, Katheleen e Karoleen pela paciência, apoio e compreensão.

AGRADEÇO

Ao Prof. Dr. Deovaldo de Moraes Júnior, por sua orientação, pelo aprendizado inestimável durante este período, pela confiança em mim depositada e por crer no sucesso deste trabalho.

Aos professores, Dr. Fábio Giordano, Dra. Ursula Pereira Souza, Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco, Dra. Alpina Begossi, Dr. Walter Barrella, Dr. Wlaber Toma, Dra. Luciana Lopes Guimarães, Dr. João Marcos Miragaia Schmiegelow, Dr. Camilo Dias Seabra Pereira, Dra. Mariana Clauzet, Dra. Milena Ramirez, Dr. Silvio José Valadão Vicente, Dra. Mara Angelina Galvão Magenta, Dr. Tomas Angel Del Valls Casillas, pelos conhecimentos transferidos.

A todos os meus colegas de pós-graduação do Mestrado, em especial a Mário Sérgio Mathias de Souza e Marcos Fernando Prandi, que através da amizade e apoio mútuo, deram coragem para seguir sempre em frente.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

As Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) são unidades indispensáveis no controle da qualidade das águas residuais lançadas em um corpo receptor, de maneira que a eficiência do tratamento de seus efluentes poderá disponibilizar a redução da emissão de poluentes nas fontes naturais de água da região. Desse modo, o trabalho visou verificar o desempenho de dois tipos de tratamento de efluentes de esgoto no município de São Vicente, no período de Janeiro a Junho de 2008, objetivou determinar qual estação apresentava maior eficiência, através da medição de padrões de qualidade determinados pelo CONAMA. Contemplaram neste trabalho dois tratamentos distintos, realizados nas ETEs Humaitá e Samaritá, situadas no município de São Vicente. A ETE Samaritá operava no sistema de tratamento por batelada, lançando seu esgoto tratado no Rio Branco e a ETE Humaitá operava no sistema de tratamento contínuo, lançando seu esgoto tratado no Rio Mariana. Por serem sistemas diferenciados foram utilizados dentre todos os parâmetros que a legislação estabelece somente os parâmetros de DBO, DQO e Coliformes Fecais, para a verificação de eficiência dos dois sistemas. O trabalho permitiu concluir que a ETE Humaitá, de fluxo contínuo, analisado no período citado no objetivo, operava com maior eficiência na redução de DBO e DQO. Um sistema de injeção de agentes desinfectantes, como o cloro gás, poderia ser empregado para reduzir os Coliformes Fecais. A ETE Samaritá que operava por batelada no mesmo período supracitado, de maior redução de Coliformes Fecais, deveria ter um maior tempo de aeração visando à redução da matéria orgânica.

Palavras-chave: Esgoto. Estação de Tratamento. Tratamento Contínuo. Tratamento por Batelada. Eficiência.

ABSTRACT

Sewage Treatment Plants (ETS) are indispensable units for the control of the quality of the wastewater sent in a receiving body, so that the efficiency of the treatment of its effluents can make available the reduction of the emission of pollutants in the natural sources of water of the region. The aim of this work was to verify the performance of two types of sewage treatment in the municipality of São Vicente, from January to June 2008, in order to determine which station was most efficient, by measuring the quality standards determined by CONAMA. They contemplated in this work two distinct treatments, carried out in the ETS Humaitá and Samaritá, located in the municipality of São Vicente. ETS Samaritá operated in the batch treatment system, releasing its treated sewage in the White River and ETS Humaitá operated in the continuous treatment system, releasing its treated sewage in the Mariana River. Because they were differentiated systems were used among all the parameters that the legislation establishes only the parameters of BOD, COD and Fecal Coliforms, to verify the efficiency of both systems. The work allowed to conclude that the continuous flow ETS Humaitá, analyzed in the period mentioned in the objective, operated with greater efficiency in the reduction of BOD and COD. An injection system of disinfecting agents, such as chlorine gas, could be employed to reduce Fecal Coliforms. The ETS Samaritá that operated by batch in the same period mentioned above, of greater reduction of Fecal Coliforms, should have a longer aeration time aiming at the reduction of organic matter.

Keywords: Sewage. Treatment Station. Continuous treatment. Batch treatment. Efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema da coleta, tratamento e distribuição da água ---------- 22

Figura 2 – Esquema do processo de tratamento de esgoto ---------- 27

Figura 3 – Localização da ETE do Bairro Samaritá no município de São Vicente -- 30

Figura 4 – Estação elevatória de Esgoto – Entrada do afluente ---------- 30

Figura 5 – Sistema de peneiras rotativas – Malha de # 2,5mm ----------31

Figura 6 – Sistema de desarenação – Caixas de areia ---------- 31

Figura 6.1 – Sistema de desarenação – Descarte de areia ---------- 32

Figura 6.2 – Sistema de desarenação – Rosca transportadora de areia ---------- 32

Figura 7 – Calha Parshall de entrada – Medição de vazão afluente ---------- 33

Figura 8 – Canal de distribuição para os tanques de tratamento ---------- 33

Figura 9 – Tanque de tratamento – Aerando ---------- 34

Figura 9.1 – Tanque de tratamento – Decantando ---------- 34

Figura 10 – Sistema de desinfecção – Detalhe da injeção de cloro gás ---------- 35

Figura 11 – Tanques digestores de lodo ---------- 35

Figura 12 – Sala da centrífuga ---------- 36

Figura 13 – Chicana de descarte do efluente – Ponto de injeção de cloro gás ------ 36

Figura 14 – Calha Parshall de saída – Medição de vazão do efluente ---------- 37

Figura 15 – Área de abrangência da ETE do Bairro Samaritá no município de São Vicente ---------- 37

Figura 16 – Emissário de despejo dos efluentes da ETE do Bairro Samaritá no município de São Vicente ---------- 38

Figura 17 – Localização da ETE do Bairro Humaitá no município de São Vicente - 39

Figura 18 – Caixa de entrada do afluente das Estações Elevatórias de Esgotos --- 40

Figura 18.1 – Caixa de entrada – Detalhe da tubulação de entrada do afluente ---- 40

Figura 18.2 – Caixa de entrada – Detalhe da tubulação de entrada do descarte do caminhão limpa fossa ---------- 41

Figura 18.3 – Caixa de entrada – Detalhe do gradeamento grosseiro ---------- 41

Figura 19 – Caixa de areia e Peneira Malha # 1,5 mm ---------- 42

Figura 20 – Estação Elevatória de Esgoto ---------- 42

Figura 21 – Tanque de tratamento ---------- 43

Figura 22 – Tanque de decantação ---------- 43

Figura 22.1 – Tanque de decantação ---------- 44

Figura 23 – Tanque de Oxigênio – Capacidade 20 m³ ---------- 44

Figura 24 – Sistema de desidratação de lodo – Descarte de lodo ---------- 45

Figura 24.1 – Sistema de desidratação de lodo – Detalhe da caçamba de lodo ---- 45

Figura 24.2 – Sistema de desidratação de lodo – Detalhe dos leitos de secagem - 46

Figura 25 – Sistema de desinfecção – Detalhe do tanque de hipoclorito de sódio -46

Figura 25.1 – Sistema de desinfecção – Detalhe da chicana de mistura do hipoclorito de sódio ---------- 47

Figura 25.2 – Sistema de desinfecção - Detalhe da chicana ---------- 47

Figura 26 – Área de abrangência da ETE do Bairro Humaitá no município de São Vicente ---------- 48

Figura 27 – Emissário de despejo dos efluentes da ETE do Bairro Humaitá no município de São Vicente ---------- 48

Figura 28 – Medida de DBO da ETE Humaitá ---------- 51

Figura 29 – Medida de DQO da ETE Humaitá ---------- 52

Figura 30 – Medida dos coliformes fecais da ETE Humaitá ---------- 53

Figura 31 – Medida de DBO da ETE Samaritá ---------- 54

Figura 32 – Medida de DQO da ETE Samaritá ---------- 55

Figura 33 – Medida dos coliformes fecais da ETE Samaritá ---------- 56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados de DBO da ETE Humaitá ---------- 50

Tabela 2 – Dados de DQO da ETE Humaitá ---------- 51

Tabela 3 – Dados de Coliformes fecais da ETE Humaitá ---------- 52

Tabela 4 – Dados de DBO da ETE Samaritá ---------- 53

Tabela 5 – Dados de DQO da ETE Samaritá ---------- 54

Tabela 6 – Dados de Coliformes fecais da ETE Samaritá ---------- 55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO ---------- 13

2 OBJETIVOS ---------- 16

2.1 Objetivo geral ---------- 16

2.2 Objetivos específicos ---------- 16

3 REFERENCIAL TEÓRICO ---------- 17

3.1 A importância sanitária e o saneamento básico ---------- 17

3.1.1 Saneamento básico ---------- 17

3.1.2 Saneamento Básico no Brasil ---------- 18

3.1.3 Riscos à saúde coletiva e ambiental pela falta de saneamento básico -20

3.2 Tratamento de água e esgoto ---------- 21

3.2.1. Caracterizando o tratamento de água – ETA ---------- 21

3.2.1.1 Estação de Tratamento de Água ---------- 21

3.2.1.2 Etapas do Tratamento de Água ---------- 22

3.2.2. Caracterizando o tratamento de esgoto – ETE ---------- 24

3.2.2.1 Estação de Tratamento de Esgoto ---------- 25

3.2.2.2. Etapas do Tratamento de Esgoto ---------- 25

3.3 Importância do tratamento de esgoto ---------- 27

4 MATERIAL E MÉTODOS---------- 29

4.1 Material ---------- 29

4.1.1 ETE do bairro Samaritá ---------- 29

4.1.2. ETE do bairro Humaitá ---------- 39

4.2 Método ---------- 49

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES ---------- 50

6 CONCLUSÃO ---------- 57

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ---------- 58

1 INTRODUÇÃO

A utilização das fontes naturais de água foi imprescindível para o surgimento das cidades e expansão dos centros urbanos no decorrer da história, visto que ela é indispensável para a existência de qualquer forma de vida no planeta, além de possuir grande importância no desenvolvimento de atividades humanas (FUNASA, 2006). Posteriormente, a água passou a ser disponibilizada através de poços artesanais e, mais recentemente, a partir do abastecimento por intermédio de tubulações para as residências, comércios e indústrias. Entretanto, a água do abastecimento gera os esgotos, que correspondem aos subprodutos da utilização da água nas atividades do cotidiano, de maneira que o seu destino final pode vir a afetar negativamente o meio ambiente e todos os seres vivos que dele dependem. Desse modo, dentre as diversas medidas sanitárias, a coleta de esgoto sanitário e o seu tratamento adequado acabam sendo umas das principais ações de promoção da saúde pública e preservação dos recursos naturais e do meio ambiente.

Nos casos em que a destinação dos esgotos ocorrer de maneira inadequada ou escoar a céu aberto, acaba poluindo e contaminando os recursos naturais como as fontes de água continental da superfície, o lençol freático e o solo. Dados da FUNASA (2006) revelam que uma grande quantidade de municípios espalhados pelo Brasil não dispõem de saneamento básico adequado, principalmente no que tange o tratamento de água, coleta e tratamento de esgotos, constituindo dessa forma em perigosas fontes transmissíveis de patologias ao homem e outros seres vivos.

Gewehr (2009) afirma que a qualidade sanitária no que se refere ao saneamento básico ainda é bastante precária em muitas localidades brasileiras, de maneira que o esgoto pode ser jogado diretamente no ambiente em suas fontes naturais de água, sendo assim pouco coletado e reaproveitado após tratamento adequado.

Silva (2011) destaca que a existência e disponibilização de um sistema de esgotos apropriado em uma comunidade é importante para afastamento seguro e rápido dos seus fluidos, que podem ser coletados e remanejados para depósito temporário em fossas sépticas ou redes coletoras e estação de tratamento e reutilização desses esgotos. Sobre isso, Gewehr (2009) afirma que a criação de

sistemas de coleta de esgotos e de estações para o seu tratamento começou a ter mais destaque após a criação do Programa Federal PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), que disponibilizou recursos para melhorias do saneamento básico nos municípios.

Nahon (2006) relata que a poluição das fontes de água por resíduos de esgoto é um dos grandes impasses do saneamento básico ao redor do planeta e acarreta muitos problemas ambientais a serem gerenciados pelos órgãos que fiscalizam a qualidade dos recursos hídricos nacionais e internacionais, principalmente em regiões de grande urbanização em que os esgotos são despejados muitas vezes em rios, lagos, córregos sem nenhum tipo de coleta ou tratamento. Isso gera muitos danos ambientais para os seres vivos do local e até mesmo para as populações que dependem direta ou indiretamente dessas fontes de água.

Nesse aspecto, não basta apenas existir a coleta de esgotos para afastá-los das fontes de água, mas promover medidas para a realização do seu tratamento para ampliar as medidas de saneamento básico e ambiental que delimitam as questões de saúde ambiental e coletiva.

Sobre o tratamento de esgotos, Von Sperling (2005) afirma que essa ação é executada por meio da Estação de Tratamento de Esgotos ou ETE que tem por finalidade separar os componentes misturados à água para que possa ser purificada e reutilizada, reduzindo o máximo possível de toda a carga poluidora antes presente no esgoto, seguindo os termos da Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005).

Assim, Von Sperling (1996) cita que os aspectos importantes na seleção de um sistema de tratamento de esgotos são: eficiência, confiabilidade, disposição do lodo, requisitos de área, impactos ambientais, custos de operação, custos de implantação, sustentabilidade e simplicidade, cada sistema deve ser analisado individualmente, adotando-se a melhor alternativa técnica e econômica.

Ao fazer referência ao tipo de tratamento de esgoto a ser adotado, cada empresa que fornece o abastecimento de água e/ou tratamento de esgotos do município, que no estado de SP é executada pela SABESP (Saneamento Básico do Estado de São Paulo) tem autonomia para escolher o tipo de tratamento específico. Dentre todos os que podem ser adotados, dois recebem bastante destaque, principalmente na região da Baixada Santista, mais

especificamente no município de São Vicente, como os casos do tratamento de esgoto contínuo e o por batelada. A eficiência de cada um desses tratamentos pode sofrer influência de seus próprios processos ou de condições específicas ambientais e das estações de tratamento. Por essa razão, é importante acompanhar as avaliações específicas desenvolvidas durante a realização de cada um deles, para poder compará-los e propor aquele que é mais eficiente no que se refere ao volume de esgoto tratado em menor tempo e menor razão custo/benefício.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho visou verificar o desempenho de dois tipos de tratamento de efluentes de esgoto no município de São Vicente, para determinar qual deles apresenta maior eficiência através da medição dos padrões de qualidade determinados pelo CONAMA, em relação ao tempo de processamento e seus custos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos foram:

a) Utilizar os parâmetros avaliativos para determinar a eficiência do tratamento dos efluentes de esgoto nas estações de tratamento;

b) Evidenciar dentre os tratamentos de esgoto contínuo e por batelada, qual o que demonstrou ser mais eficiente no que se refere à qualidade do esgoto tratado.

3 REVISÃO BIBLOGRÁFICA

3.1 A IMPORTÂNCIA SANITÁRIA E O SANEAMENTO BÁSICO

3.1.1 SANEAMENTO BÁSICO

O Saneamento é caracterizado como um conjunto de ações que se propõem a preservar ou modificar as condições do ambiente urbano ou meio ambiente como todo para promover medidas necessárias para a prevenção de diversas doenças humanas, através de planejamento de ações que prezem a saúde coletiva e ambiental com intuito de melhorar a qualidade de vida da população (SANTANA e BATISTA, 2012).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2015), o saneamento é denominado como um grupo de medidas específicas voltadas para o controle de todos os fatores externos de natureza física, química e biológica que exerçam, direta ou indiretamente, algum efeito nocivo ao bem-estar físico, mental e social da população de uma dada localidade.

A importância do saneamento e sua relevância à saúde humana remontam às mais antigas culturas. O desenvolvimento do saneamento sempre esteve ligado à evolução das civilizações, as quais foram se aperfeiçoando em diferentes escalas nas diversas populações, tendo como impulso a relação com as mortes causadas por doenças, falta de condições de higiene e outros (RIBEIRO e CORDEIRO, 2005).

A oferta do saneamento associa sistemas constituídos por uma infraestrutura física e uma estrutura educacional, legal e institucional, que abrange os seguintes serviços: -

a) Abastecimento de água às populações, com a qualidade compatível com a proteção de sua saúde e em quantidade suficiente para a garantia de condições básicas de conforto;

b) Coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada e sanitariamente segura de águas residuárias (esgotos sanitários, resíduos líquidos industriais e agrícolas);

c) Acondicionamento, coleta, transporte e/ou destino final dos resíduos sólidos (incluindo os rejeitos provenientes das atividades doméstica, comercial e de serviços, industrial e pública);

d) Coleta de águas pluviais e controle de empoçamentos e inundações; - controle de vetores de doenças transmissíveis (insetos, roedores, moluscos, etc.);

e) Saneamento dos alimentos; - saneamento dos meios de transportes; - saneamento e planejamento territorial;

f) Saneamento da habitação, dos locais de trabalho, de educação e de recreação e dos hospitais;

g) Controle da poluição ambiental – água, ar e solo, acústica e visual (GUIMARAES, CARVALHO e SILVA, 2007).

A utilização do saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos, políticos e gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais, municípios e localidades de pequeno porte (RIBEIRO e ROOKE, 2010).

3.1.2 Saneamento Básico no Brasil

As formas de acessibilidade ao saneamento básico são aspectos fundamentais para a saúde coletiva de toda população, eliminando muitos dos riscos à saúde e aumentando dessa maneira a qualidade de vida das pessoas de um determinado local. Nesse sentido, o país apresenta infraestrutura para propor a universalização do saneamento básico para toda população como é feito em muitos países do mundo, principalmente no que se refere ao acesso à água e ao tratamento de esgoto, condições mais básicas para a melhoria da saúde da população e o desenvolvimento e a modernização social (SNIS, 2007).

As condições atuais de saneamento básico são favoráveis a boa qualidade de vida segundo os dados do Plano Nacional de Saneamento Básico de 2010, ao qual cita que os programas sociais de aceleração do crescimento favoreceram os aumentos dos investimentos em saneamento básico visando a melhoria da qualidade de vida da população (IBGE, 2010).

Entretanto, Turolla (2002) destaca que nem sempre foi assim, visto que o Brasil já enfrentou grandes epidemias de doenças e males relacionamentos a falta de saneamento básico no decorrer da história, principalmente nas regiões de maior circulação de pessoas como casos dos portos brasileiros em anos anteriores, em especial o de Santos – SP que é o maior e mais movimentado de todo o país.

Por essa razão, Toneto Junior (2004) relata a construção dos canais de Santos como uma importante medida de saneamento básico que reduziu fortemente a incidência de doenças no país, servindo como modelo para a implantação de sistemas de melhorias de qualidade de vida através do tratamento da água nos sistemas de abastecimento e distribuição para população, além dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto.

Mesmo com as melhorias executadas nos sistemas de abastecimento e distribuição de água em muitas cidades do país, além das implementações de sistemas de coleta de esgoto e com destinação para estações para seu tratamento, o Brasil ainda possui muitas localidades em que tais medidas ainda não foram propostas, de maneira que a população ainda sofre com doenças relacionadas as más condições de saneamento básico caracterizadas por esgoto à céu aberto, córregos, utilização de água não tratada, entre outros (TONETO JUNIOR, 2004).

Nesse aspecto, Turolla (2002) destaca que o poder público deve intervir mais incisamente nessas realidades, para propor as melhorias necessárias que venham a contribuir para qualidade de vida da população e redução drástica dos fatores que afetam direta e indiretamente a saúde do povo.

Um dos princípios da Lei nº. 11.445/2007 é a universalização dos serviços de saneamento básico, para que todos tenham acesso ao abastecimento de água de qualidade e em quantidade suficientes às suas necessidades, à coleta e tratamento adequado do esgoto e do lixo, e ao manejo correto das águas das chuvas (ITB, 2012).

Atualmente, esforços do ministério das cidades por intermédio da elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) visam definir diretrizes

nacionais para o saneamento básico, sendo estabelecidos os objetivos e metas nacionais e macrorregionais, em busca da universalização e do aperfeiçoamento na gestão dos serviços em todo o País, constituindo o eixo central da política federal para o saneamento básico e universalizar as condições adequadas para toda população nos próximos anos, como medida de aceleração do crescimento (HELLER, 2011).

3.1.3 Riscos à saúde coletiva e ambiental pela falta de saneamento básico

As discussões sobre os tipos de risco têm crescido nos últimos tempos, pela própria necessidade que a ciência requer de procurar alternativas que direcionem a tomada de medidas preventivas, a fim de conseguir minimizar os inúmeros efeitos negativos à sociedade (Ayach *et al*, 2012).

A falta de saneamento básico em uma localidade pode trazer muitos males a sua população, acarretando principalmente muitas doenças pela má qualidade ou ausência de tratamento, coleta e abastecimento de água e esgoto (TONETO JUNIOR, 2004). Assim, Ribeiro e Rooke (2010) destacam que muitas doenças podem ser provocadas pela falta de saneamento básico, principalmente por veiculação hídrica, por contato com fezes contaminadas, por intermédio do lixo e entulhos, além das condições de moradia, sendo elas transmitidas por vírus, bactérias, protozoários e helmintos diversos.

Em relação à qualidade da água, um grande número de doenças pode se alastrar através da água de má qualidade que pode estar contaminada com algum agente patogênico e prejudicar a saúde das pessoas, nas seguintes situações: através da ingestão direta, na ingestão de alimentos; pelo seu uso na higiene pessoal e no lazer; na agricultura; na indústria (RIBEIRO e ROOKE, 2010).

A presença de coliformes fecais na água, nos alimentos e no solo pode promover a proliferação de muitas doenças, principalmente nas regiões em que não há sistemas de coleta e tratamento de esgotos, onde as fezes são destinadas em fossas ou despejadas em fontes de água ou esgotos a céu aberto (AYACH *et al*, 2012).

Várias doenças podem ser transmitidas quando não há coleta e disposição adequada do lixo, de maneira que essa situação pode acarretar a proliferação de

muitos vetores de doenças humanas como ratos, baratas, moscas, mosquitos, outros (RIBEIRO e ROOKE, 2010).

Outro fator agravante das condições de saneamento básico se refere às más condições de habitação de algumas pessoas, de modo que a localidade e o tipo de moradia podem ocasionar riscos à saúde. Isso também pode enfatizar a falta de higiene e limpeza dentro das residências e a ausência de sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgotos internamente a estas (AYACH *et al*, 2012). .

3.2 TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO

3.2.1 CARACTERIZANDO O TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA

O tratamento de água consiste na coleta de água de fontes naturais ou artificiais e encaminhadas para estações que realizam a remoção das impurezas nela presentes antes de seguir para as centrais de abastecimento, que levam a água para os estabelecimentos comerciais e indústrias, prédios públicos e para as residências. Todas as etapas de purificação da água para torná-la apta para consumo humano são realizadas nas estações de tratamento de água ou ETA, visto que o homem necessita de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para atender as necessidades, para proteção da saúde e para propiciar o desenvolvimento econômico (ITB, 2012).

3.2.1.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA

A Estação de Tratamento de Água consiste no local em que ocorre o tratamento da água provinda de diferentes pontos do meio ambiente pelo fato dessa água não estar adequada para consumo direto humano e após sua purificação, segue por dutos e tubulações que a encaminham para consumo da população em

geral através das redes de abastecimento de água (VON SPERLING, 2005). As partes do sistema de água estão na figura 1 a seguir.

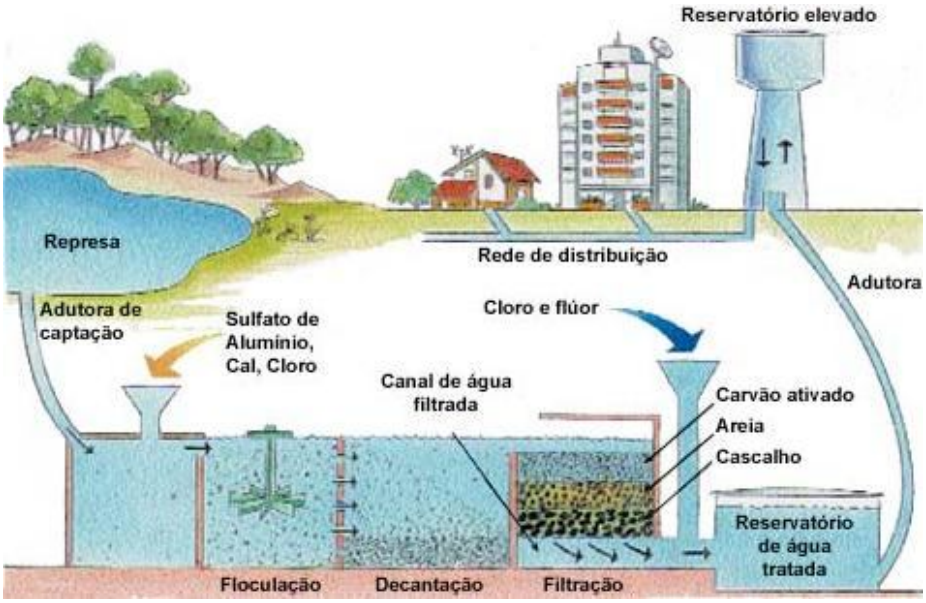

Figura 1 – Esquema da coleta, tratamento e distribuição da água (ITB, 2012).

Essa coleta, tratamento e abastecimento de água pode ser dividida em seis partes: A primeira seria o manancial que armazena a água com potencial de uso; a segunda corresponde aos meios de captação da água das fontes naturais ou artificiais; a terceira parte são as adutoras que conduzem a água coletada para as estações de tratamento; a quarta seria o próprio tratamento de água nas ETAs; a quinta parte seriam os tanques para armazenamento da água tratada antes de sua distribuição; já a última etapa corresponde ao sistema de distribuição de água para abastecimento da população (ITB, 2012).

3.2.1.2 ETAPAS DO TRATAMENTO DE ÁGUA

A água coletada das fontes naturais passa por um tratamento antes de ser disponibilizada para o consumo da população. Esse tratamento consiste em cinco fases principais, como destaca Lima (2014):

a) Coagulação: Nesta primeira etapa adiciona-se o produto coagulante, com o objetivo de formar flocos. O produto usado em cerca de 90% das comunidades é o

sulfato de alumínio. Para que se processe uma boa coagulação, necessita-se de uma mistura intensa, conseguida através de uma agitação adequada que tem função de produzir turbulência. Esta mistura intensa é que assegura uma distribuição uniforme do coagulante na água. O sulfato de alumínio em contato com a alcalinidade natural da água bruta forma o hidróxido de alumínio, responsável pela formação do floco, mais o ácido sulfúrico e gás carbônico, responsáveis pelo caráter ácido da água;

b) Floculação: Esta segunda etapa consiste na obtenção de um agrupamento e compactação das partículas em suspensão e no estado coloidal, em grandes conjuntos denominados flocos, o que se consegue através de uma agitação lenta para evitar o rompimento dos flocos adensados já formados. Com a mistura (coagulação), a floculação influi na preparação da decantação e indiretamente em uma boa filtração. Os flocos formados quanto mais densos, pesados, melhor decantação. Esta etapa tem como objetivo a clarificação da água, com a retirada das partículas em suspensão e dissolvida na água, através da absorção pelos flocos;

c) Decantação: É o processo de sedimentação dos flocos já formados, acumulando-se no fundo dos tanques que levam o nome de decantadores, que em geral tem a forma retangular, permitindo a saída da água límpida pela parte superior para os filtros;

d) Filtração: O leito filtrante consiste em diversas camadas de areia com granulometria diferentes. Tem como finalidade a retirada dos flocos que passa dos decantadores para os filtros e também a retenção dos micro-organismos patogênicos, os quais ficam retidos na malha de areia. Os filtros são limpos diariamente para a retirada da camada gelatinosa que vai colmatando (entulhando) e fazendo com que a capacidade de filtrar fique reduzida. Esta lavagem é realizada com água tratada em fluxo inverso, através de um processo chamado de reversão. Os tipos de materiais usados nos filtros são: areia, seixos, antracito, cascalho, entre outros;

e) Desinfecção, fluoretação e neutralização do pH: A desinfecção é o processo de purificação, cuja finalidade é destruir bactérias patogênicas que podem infectar o homem.

As doenças causadas pela água são: cólera, febre tifoide, hepatite, amebíase, febre paratifoide, salmoneloses, etc. Os produtos mais usados são: gás cloro, hipoclorito de cálcio, etc. A cloração é utilizada para a desinfecção, mas também para a oxidação do ferro e manganês. A fluoretação é usada para prevenir cárie dentária, feita através dos produtos químicos como: fluorsilicato de sódio, fluorita, entre outros (SILVA, 2011).

A neutralização do pH se processa com a dosagem na água de cal, que tem como objetivo neutralizar o pH ácido gerado pela adição do sulfato de alumínio, na etapa inicial do tratamento. Uma água ácida ocasiona irritação na mucosa gástrica e corrosão nas tubulações e uma água alcalina, incrustações (cobrir de crosta) na tubulação de água. O ideal é um pH entre 6,9 e 7,5. Essas dosagens são realizadas nos reservatórios de cada estação de tratamento de água. A partir daí, tem-se uma água pronta para o consumo (SCALIZE, SITA e LEITE, 2002).

Apenas após a realização dessas etapas que a água fica armazenada em reservatório de grandes proporções e destes a água é distribuída para população pelas tubulações específicas.

3.2.2 CARACTERIZANDO O TRATAMENTO DE ESGOTO – ETE

O esgoto é caracterizado como a água proveniente das diferentes ações humanas, de modo que possuem suas propriedades alteradas pela presença de diversas substâncias a ela misturadas (ITB, 2012).

De acordo com o tipo de atividade da população, são definidos quatro tipos de esgotos:

a) Esgoto doméstico: corresponde as águas residuais da ação humana de residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou qualquer edificação que dispõem de instalações de banheiros, lavanderias e cozinhas. Compõem-se essencialmente da água de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem;

b) Esgoto Industrial: provem da atividade de diferentes setores do ramo industrial, seja ele da indústria de alimentos em que predominam resíduos orgânicos

ou de outros setores que podem liberar substancia mais agressivas e danosas ao ambiente como toxinas, metais pesados e outros;

c) Esgoto pluvial: caracterizam-se pelo acúmulo e/ou carreamento da água proveniente das chuvas para evitar enchentes. Dependendo de sua estrutura, podem ser chamados de canais ou piscinões;

d) água de infiltração: são as águas do subsolo que se introduzem na rede (ITB, 2012).

3.2.2.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

O tratamento de esgoto convencional é feito através da combinação entre processos físicos, químicos e biológicos com o intuito de remover o máximo possível de resíduos orgânicos em excesso nos afluentes de dejetos despejados, sendo a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) as análises mais rotineiramente realizadas para determinar a qualidade dos efluentes a serem realocados nos reservatórios de água naturais ou artificiais (VON SPERLING, 2005).

A Estação de Tratamento de Esgoto consiste em um local com vários tanques onde são realizadas as etapas de tratamento do esgoto para remoção das suas impurezas através dos processos citados anteriormente. A sua finalidade remete a necessidade de reutilizar a água com a máxima qualidade e sua reposição nas fontes de água mais próximas, que no geral são rios, lagos, represas (VON SPERLING, 1996).

Neste estudo, foram evidenciadas as ETEs no município de São Vicente-SP, sendo elas localizadas nos Bairros Humaitá e Samaritá.

3.2.2.2 ETAPAS DO TRATAMENTO E ESGOTO

O tratamento de esgotos consiste na remoção de poluentes, impurezas e organismos patogênicos, de maneira que a escolha do método a ser utilizado dependerá das características físicas, químicas e biológicas.

Nesse aspecto, os esgotos podem ter quatro destinos:

a) Uso de lodos ativados em duas fases na estação de tratamento;
b) Permanência em lagoas de tratamento nas estações;
c) Captação e destinação do esgoto para emissários que o lança em alto mar e
d) Despejados diretamente nas fontes de água locais (SABESP, 2016a).

O tratamento que utiliza os lodos ativados é um dos mais utilizados e ocorre em duas fases, sendo a líquida a primeira e a sólida a segunda. A primeira fase inicia com a coleta dos esgotos das localidades e seu encaminhamento para da rede de tubo que leva até a estação de tratamento. Antes de ser tratado, o esgoto passa por grades para retirar a sujeira e objetos maiores que podem entupir a rede de esgotos e, posteriormente, o esgoto é transportado para uma caixa que vai retirar a areia contida nele. Após a caixa de areia, o esgoto é enviado aos decantadores primários onde ocorre a sedimentação de partículas mais pesadas, onde serão encaminhados para os tanques de aeração.

Nesses tanques, o ar fornecido faz com que os microrganismos presentes no esgoto multipliquem-se e alimentem-se do material orgânico que o compõe, formando o lodo e diminuindo assim a sua carga poluidora. Após a aeração, o esgoto é encaminhado para os decantadores secundários onde ocorre a remoção dos sólidos restantes que vão para o fundo dos tanques e a parte líquida já está sem 90% das impurezas. Mesmo com todo esse tratamento, esta água não pode ser consumida, podendo ser lançada em rios ou reaproveitada para limpeza urbana de acordo com as empresas que realizam a coleta e tratamento do esgoto (SABESP, 2016a).

A segunda fase inicia nos decantadores onde ocorre a separação da água do sólido através da sedimentação das partículas mais pesadas, formando o lodo que será tratado pelo processo de adensamento que faz com que o lodo torne-se mais concentrado através da separação de uma parte da água presente. Daí parte para os flotadores em que ocorre a flotação, ou seja, o processo de flotação, que consiste na separação da água do sólido que ocorre através da introdução de água com microbolhas de ar. Posteriormente, os digestores que recebem o lodo proveniente do sistema de adensamento e, nesse momento, ocorrem à degradação da matéria orgânica pela ação de microrganismos anaeróbicos presentes no lodo com a

formação do gás metano e água, promovendo a estabilização do lodo. Esse lodo passa em seguida pelos filtros prensa, de modo são dotados de várias placas com telas filtrantes que serão preenchidas por lodo através de bombeamento. O lodo passa a ter 40% de sólidos.

Posteriormente armazenado e desidratado para ser disposto em aterro sanitário, conforme figura 2 (SABESP, 2016b).

Ao final do processo, tanto a fase líquida quanto a sólida devem estar aptas a serem descartadas nos corpos hídricos receptores (fase líquida), aterro sanitário ou outra aplicação específica (fase sólida), sem prejuízo ao meio ambiente, de acordo com os termos específicos da Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005).

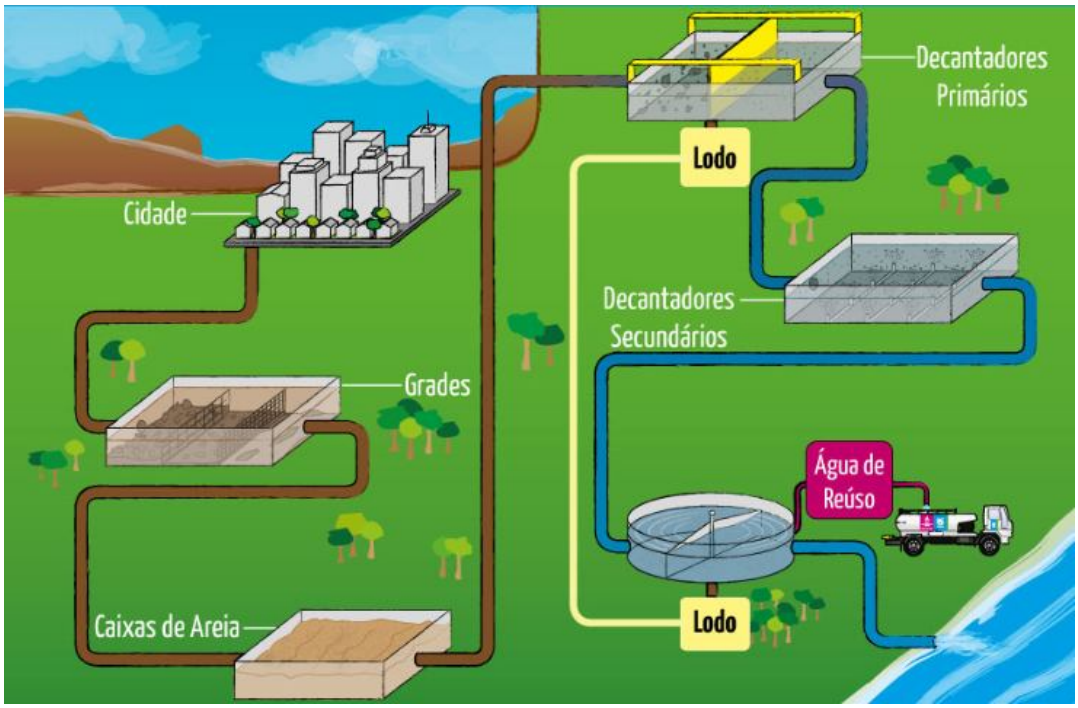

Figura 2 – Esquema do processo de tratamento de esgoto (Fonte: SABESP, 2016b).

3.3 IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO

O lançamento de efluentes in natura nos recursos hídricos resulta além de vários problemas socioambientais, em impactos significativos sobre a vida aquática

e o meio ambiente como um todo. Por exemplo, a matéria orgânica presente nos dejetos ao entrar em um sistema aquático, leva a uma grande proliferação de bactérias aeróbicas provocando o consumo de oxigênio dissolvido que pode reduzir a valores muitos baixos, ou mesmo extinguir, gerando impactos à vida aquática. Têm-se como outros exemplos de impactos a eutrofização, a disseminação de doenças de veiculação hídrica, agravamento do problema de escassez de água de boa qualidade, desequilíbrio ecológico, entre outros (PIMENTA *et al*, 2002).

Mesmo que o tratamento de esgotos no Brasil tenha tido início ainda no período colonial, levaram-se longos anos que pudesse alcançar maiores proporções das cidades brasileiras. Na maior parte da história do país, a falta de tratamento de esgoto e de saneamento básico gerou muitos impasses como epidemias de muitas doenças pela ausência de condições de saúde adequadas a sobrevivência da população (SOUZA, 2009). O autor destaca que uma importante medida em defesa da saúde pública em relação à melhoria das condições vida pelo saneamento básico surgiu nos anos de 1970 em que o Brasil lança o Plano Nacional de Saneamento ou PLANASA, que contribuiu para que surgissem muitas das atuais companhias de abastecimento de água e tratamento de esgoto nos estados brasileiros.

Em relação ao tratamento e abastecimento de água, ocorreram avanços e expansão para muitas áreas do país, entretanto, quando se refere em coleta e tratamento de esgoto, essa realidade ainda é bem diferente, visto que menos da metade da população conta com esse serviço (SOUZA, 2009). Quanto a isso, Gewehr (2009) afirma que a realidade brasileira no que se refere à promoção do tratamento e coleta de esgotos é muito inferior ao observado em muitos países do mundo, de modo que o esgoto pela população é pouco coletado e tratado, sendo a maioria dele despejado diretamente nos corpos de água das proximidades, acarretando prejuízos para o ambiente e para a própria saúde das pessoas da região.

Souza (2009) destaca a implementação de sistemas de tratamento e coleta de esgotos para ampliar as medidas preventivas de doenças ligadas à falta de saneamento básico, sendo essas medidas imprescindíveis para afastar todos os riscos de contaminação das fontes de água por agentes patogênicos e disseminar males para a localidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

O estudo experimental foi desenvolvido em duas estações de tratamento de esgoto localizadas na área continental do município de São Vicente – SP, sendo uma delas no Bairro Samaritá e a outra no Bairro Humaitá. Ambas estão sob a responsabilidade técnica e funcional da SABESP, que é a empresa responsável pelo abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos em todo o estado de São Paulo.

4.1.1 ETE do bairro Samaritá

A ETE Samaritá foi implantada no ano 2002 no Bairro Parque das Bandeiras II, também na Área Continental do município de São Vicente para atender uma população de 37.000 habitantes em seu fim de plano no ano 2007, ou seja, uma vazão máxima de 145 l/s com uma carga orgânica de 1.400 Kg DBO/dia. O princípio de funcionamento de seu sistema de tratamento é baseado na operação intermitente, ou por batelada do processo de lodos ativados por aeração prolongada, sendo seus oito reatores operados em sequência intermitente em função da carga afluente, necessidades do tratamento e descarte do efluente final (RIBEIRO e CORDEIRO, 2005).

A ETE Samaritá (figuras 3 até 16), localizada na Área Continental de São Vicente, tratará cerca de 76 l/s, beneficiando, aproximadamente, 25.000 mil habitantes dos bairros Jardim Rio Branco, Parque das Bandeiras I e II, Vila Samaritá I e II, Vila Ferroviária e Vila Ema (PSB, 2002).

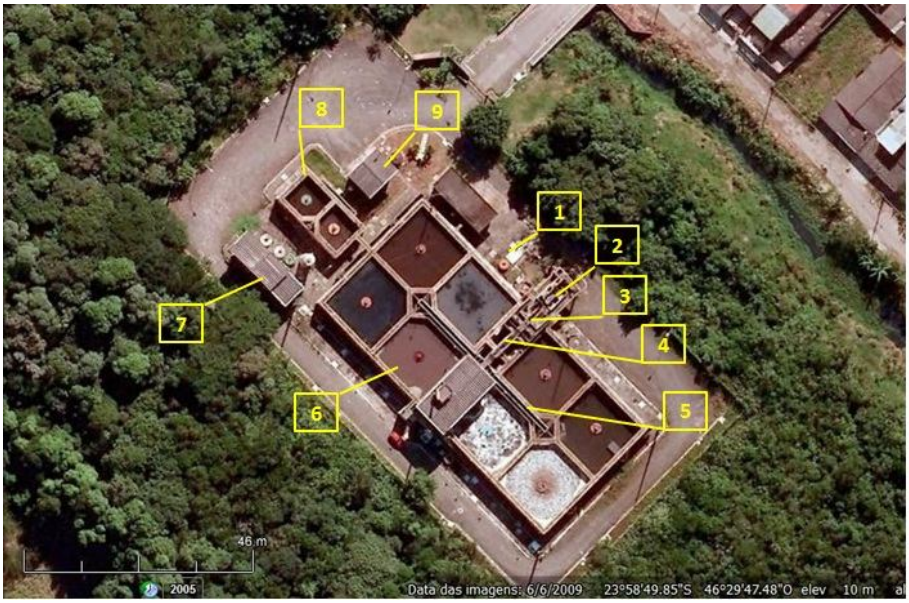

Figura 3 – Localização da ETE do Bairro Samaritá no município de São Vicente – SP. Fonte (Google Earth, 2009).

Figura 4 – Estação Elevatória de Esgotos (EEE) – Entrada do Afluente.

Figura 5 – Sistema de Peneiras rotativas com malha de 2,5 mm.

Figura 6 – Sistema de desarenação (caixas de areia).

Figura 6.1 – Sistema de desarenação (descarte de areia).

Figura 6.2 – Sistema de desarenação – Detalhe da rosca transportadora de areia.

Figura 7 – Calha Parshall de entrada – Medidor de vazão.

Figura 8 – Canal de distribuição para os tanques de tratamento.

Figura 9 – Tanque de aeração em funcionamento.

Figura 9.1 – Tanque de aeração - Decantando.

Figura 10 – Sistema de desinfecção – Detalhe da injeção do gás cloro.

Figura 11 – Tanques digestores de lodo.

Figura 12 – Casa da Centrifuga.

Figura 13 – Chicana de descarte do efluente tratado (ponto de injeção de gás cloro).

Figura 14 – Calha Parshall – Medição de vazão de descarte do efluente.

Figura 15 – Área de abrangência da ETE do Bairro Samaritá no município de São Vicente – SP Fonte (Google Earth, 2009).

Figura 16 – Emissário de despejo dos efluentes da ETE do Bairro Samaritá no município de São Vicente – SP Fonte (Google Earth, 2009).

O esgoto nesse sistema de tratamento chega na Estação através de bombeamento tomando o nome de afluente, passa primeiro por peneira rotativa com malha 2,5 mm de abertura, para remoção de sólidos, após entra em duas caixas para decantação de areia só assim passa por medidor de vazão calha Parshall, sendo direcionados para os tanques de tratamento, que são na quantidade de oito (8), sendo operados em sequência aos pares , 1-3, 2-4, 5-7, 6-8, com o ciclo nos tempos de enchimento e aerando, feito através de aerador de fluxo ascendente, por 45 minutos ou até atingir o limite máximo do tanque, o que acontecer primeiro, continua aerando por mais 90 minutos, após o término do processo de aeração entra na fase de decantação por um período de 60 minutos findo esse tempo começa o descarte do efluente tratado por um período de 30 minutos, acontece nesta fase a desinfecção através de injeção de cloro gás, para garantir a eliminação do patógeno coliformes fecais. Quando o nível do lodo decantado atingir o limite suficiente, o mesmo é descartado para dois tanques de tratamento para eliminar mais matéria orgânica ainda existente. O produto deste tratamento volta para o sistema principal e os resíduos (lodo) passa por processo de desinfecção por cloro gás e adição de polímero aglutinante e posteriormente desidratado por centrifuga, resultando na torta

(lodo desidratado), descartado em caçamba para disposição em aterro sanitário conforme sua classificação, resíduo não inerte.

4.1.2 ETE do bairro Humaitá

A ETE Humaitá (figuras17 até 27) é uma estação de tratamento de esgotos domésticos de lodos ativados por aeração prolongada com capacidade de tratamento de até 90 l/s que está localizada no Conjunto Habitacional Humaitá, município de S. Vicente, entre a margem esquerda da Rodovia Pedro Taques, sentido Praia Grande/Cubatão, e o Rio Mariana, antes do pedágio, cujas habitações são constituídas em sua totalidade de casas “padrão popular” e “subnormal” que hoje circundam totalmente a estação. Faz uso do sistema de tratamento contínuo dos efluentes de esgoto (RIBEIRO e CORDEIRO, 2005).

As imediações da ETE Humaitá contam com duas redes coletoras de esgoto, sendo uma delas contendo 21 km distribuídas pelo bairro Jardim Humaitá e 22 km distribuídas no bairro Parque Continental, onde os efluentes provenientes do tratamento partem para o Rio Mariana (RIBEIRO e CORDEIRO, 2005).

Figura 17 – Localização da ETE do Bairro Humaitá no município de São Vicente – SP
Fonte (Google Earth, 2009).

Figura 18 – Caixa de entrada do afluente das Estações elevatórias de Esgotos (EEE).

Figura 18.1 – Caixa de entrada – Detalhe da tubulação de entrada do afluente.

Figura 18.2 – Caixa de entrada – Detalhe da tubulação de entrada de descarte caminhão limpa fossa.

Figura 18.3 – Caixa de entrada – Detalhe do gradeamento grosseiro.

Figura 19 – Caixa de areia e peneira.

Figura 20 – Estação Elevatória de Esgoto (EEE).

Figura 21 – Tanque de tratamento.

Figura 22 – Tanque de decantação.

Figura 22.1 – Tanque de decantação.

Figura 23 – Tanque de Oxigênio.

Figura 24 – Sistema de desidratação de lodo - Descarte do lodo.

Figura 24.1 – Sistema de desidratação – Detalhe da caçamba com lodo.

Figura 24.2 – Sistema de desidratação – Detalhe dos leitos de secagem de lodo.

Figura 25 – Sistema de desinfecção – Detalhe do tanque de hipoclorito de sódio.

Figura 25.1 – Sistema de desinfecção – Chicana de mistura do hipoclorito de sódio.

Figura 25.2 – Sistema de desinfecção - Detalhe da chicana.

Figura 26 – Área de abrangência da ETE do Bairro Humaitá no município de São Vicente – SP Fonte (Google Earth, 2009).

Figura 27 – Emissário de despejo dos efluentes da ETE do Bairro Humaitá no município de São Vicente – SP Fonte (Google Earth, 2009).

O esgoto chega na Estação de duas maneiras nesse tipo de tratamento: uma delas através das redes de coleta de esgotos e a outra através de caminhão tanque, limpa fossa, tomando o nome de afluente, passa primeiro caixa de entrada dotada por grade, para remoção de sólidos grosseiros, após passa por caixa de areia e, peneira de malha 1,5 mm de abertura para remoção de sólidos finos, sendo direcionados para estação elevatória e bombeados para os tanques de tratamento, que são na quantidade de dois (2), sendo operados continuamente onde recebem injeção de O_2, feito através de misturador de fluxo descendente, na quantidade seis (6) equipamentos. Por ser um sistema contínuo o descarte do efluente tratado passa por tanque de decantação na quantidade de oito (8) e posteriormente é encaminhado para uma chicana e recebe dosagem de hipoclorito de sódio para garantir a desinfecção do patógeno coliforme fecais. O lodo é reconduzido para os tanques através de bombas parafuso. Quando o lodo atinge nível suficiente, os resíduos (lodo) é conduzido para uma centrifuga onde se adiciona polímero aglutinante e passa por processo de desidratação por centrifugação, resultando na torta (lodo desidratado), descartado em caçamba para disposição em aterro sanitário conforme sua classificação, resíduo não inerte, caso haja excesso de lodo o mesmo é destinado aos leitos de secagem que são na quantidade de oito (8), onde recebe dosagem de hipoclorito de sódio, que será desidratado com infiltração no solo.

4.2 MÉTODO

O experimento foi delineado para a verificação dos parâmetros de qualidade dos efluentes de esgotos tratados em dois tipos de sistemas de tratamento de esgoto, sendo um deles o tratamento contínuo desenvolvido pela ETE do Bairro Humaitá e o outro tratamento por batelada desenvolvido pela ETE do Bairro Samaritá.

A coleta de dados ocorreu durante o primeiro semestre do ano de 2008 para verificação da eficiência dos parâmetros de qualidade dos efluentes de esgoto nas duas estações de tratamento, de maneira que foram realizadas coletas mensais durante o período experimental.

A metodologia utilizada consistiu na verificação dos parâmetros de qualidade dos efluentes de esgotos tratados nas ETEs, segundo as normas técnicas da Resolução nº 357 do CONAMA (BRASIL, 2005), de modo que, diante de todas as avaliações realizadas, aquelas usadas como variáveis para determinação da eficiência do tratamento do esgoto no tratamento contínuo e por batelada nas duas estações foram: DBO, DQO e níveis de coliformes fecais.

A DBO expressa a quantidade de oxigênio utilizada por microrganismos aeróbios para oxidar biologicamente a matéria orgânica. A DQO expressa a quantidade de oxigênio utilizada para oxidar quimicamente a matéria orgânica. A DBO e a DQO são medidas em mg O_2/l, a 20°C.

Já os valores dos coliformes fecais foram mensurados em NMP/100ml.

Desta forma, os procedimentos de análise das amostras seguem as recomendações “STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTERWATER” da APHA/AWWA (20a edição), número SM 9221C e os resultados devem ser interpretados como representando parte da composição da amostra no momento da análise.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados acerca dos valores de DBO, DQO e Coliformes fecais dos afluentes e efluentes das ETEs do Humaitá estão dispostoS nas tabelas 1, 2 e 3 e nas figuras 28, 29 e 30.

Tabela 1 – Dados do DBO da ETE Humaitá.

Amostras	Data	DBO 5 dias 20°C (mg O_2/l) AFLUENTE	DBO 5 dias 20°C (mg O_2/l) EFLUENTE	EFICIÊNCIA (%)	LEGISLAÇÃO (%)
1	02/01/2008	300	42	86,0	80,0
2	06/02/2008	230	56	75,7	80,0
3	05/03/2008	90	22	75,6	80,0
4	07/04/2008	310	22	92,9	80,0
5	07/05/2008	804	90	88,8	80,0
6	06/06/2008	824	76	90,8	80,0

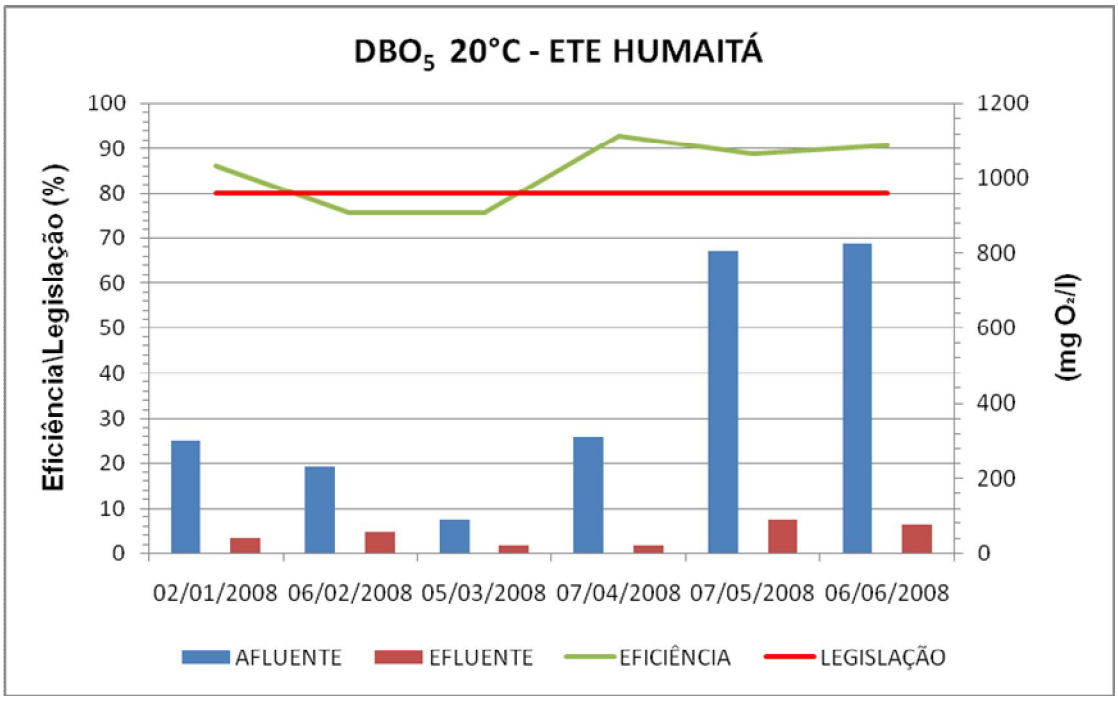

Figura 28 – Medida de DBO da ETE Humaitá.

O limite de DBO somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 80% ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor, segundo as recomendações da Resolução nº 430/2011(BRASIL, 2011). No estudo, foi possível perceber a eficiência de remoção mínima superior a 90% no tratamento dos efluentes de esgoto da ETE Humaitá, valores mais expressivos daqueles recomendados pelo CONAMA na resolução nº 357 que determinam eficiência mínima de 80%. Rodrigues, Chiappetta e Mendonça (2011) observaram resultados semelhantes com a redução de até 98 % do DBO em estações onde ocorrem tratamento biológico de esgotos domésticos.

Tabela 2 – Dados do DQO da ETE Humaitá.

Amostras	Data	DQO (mg O_2/l) AFLUENTE	DQO (mg O_2/l) EFLUENTE	EFICIÊNCIA (%)	LEGISLAÇÃO (%)
1	02/01/2008	540	125	76,9	70
2	06/02/2008	427	136	68,1	70
3	05/03/2008	377	77	79,6	70
4	07/04/2008	685	91	86,7	70
5	07/05/2008	907	163	82,0	70
6	06/06/2008	1235	127	89,7	70

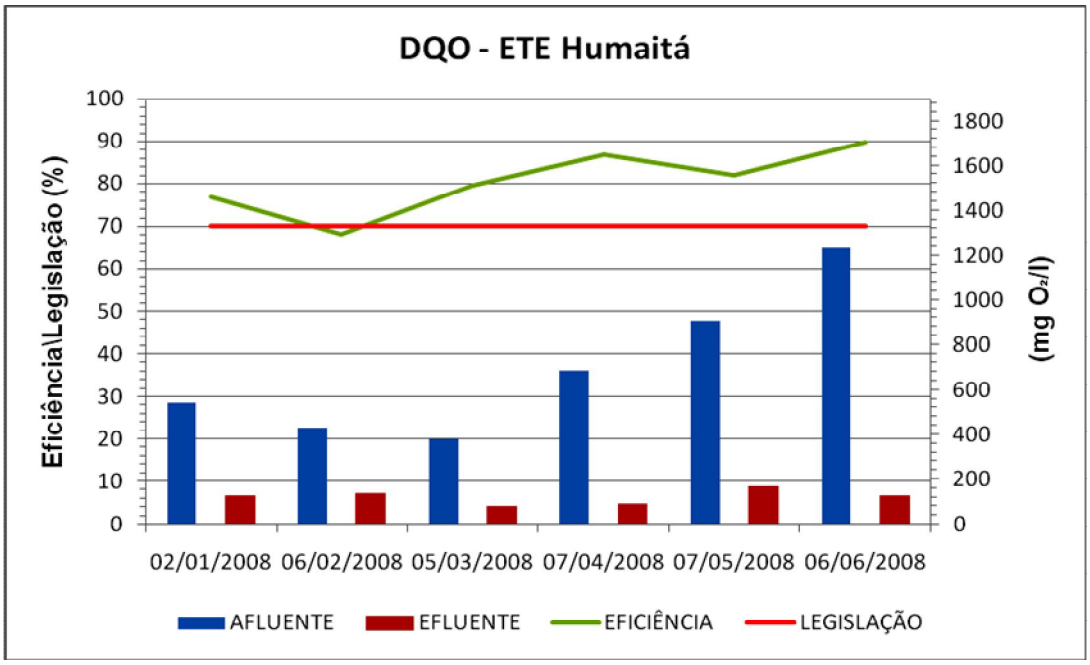

Figura 29 – Medida de DQO da ETE Humaitá.

Quanto aos valores de DQO da ETE Humaitá, estes estiveram acima dos 70% de eficiência recomendados pelo CONAMA (BRASIL, 2005) em todas as coletas realizadas, alcançando mais de 90% de eficiência em todo o estudo.

Tabela 3 – Dados dos Coliformes Fecais da ETE Humaitá.

Amostras	Data	Coliformes Fecais (NMP/100ml) AFLUENTE	Coliformes Fecais (NMP/100ml) EFLUENTE	EFICIÊNCIA (%)	LEGISLAÇÃO (%)
1	02/01/2008	2,3E+07	1,5E+06	93,41	100
2	06/02/2008	6,3E+06	8,1E+05	87,14	100
3	05/03/2008	9,8E+07	1,7E+07	82,65	100
4	07/04/2008	3,0E+07	1,0E+03	99,99	100
5	07/05/2008	2,4E+07	5,2E+04	99,78	100
6	06/06/2008	1,5E+07	1,2E+06	92,00	100

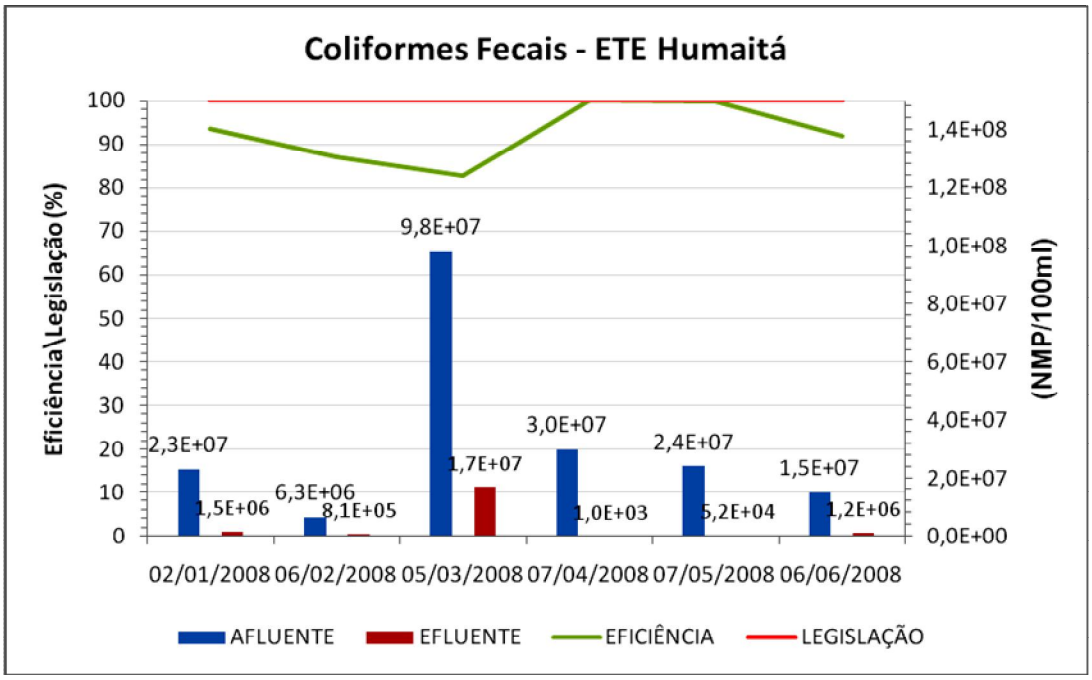

Figura 30 – Medida dos coliformes fecais da ETE Humaitá.

As medições dos valores da DBO, DQO e Coliformes fecais dos efluentes e afluentes de esgotos da ETE Samaritá estão dispostas nas tabelas 4, 5 e 6 e nas figuras 31, 32 e 33.

Tabela 4 – Dados do DBO da ETE Samaritá.

Amostras	Data	DBO 5 dias 20°C (mg O_2/l) AFLUENTE	DBO 5 dias 20°C (mg O_2/l) EFLUENTE	EFICIÊNCIA (%)	LEGISLAÇÃO (%)
1	02/01/2008	330	70	78,8	80,0
2	06/02/2008	125	36	71,2	80,0
3	05/03/2008	190	18	90,5	80,0
4	07/04/2008	175	6	96,6	80,0
5	07/05/2008	200	10	95,0	80,0
6	06/06/2008	150	32	78,7	80,0

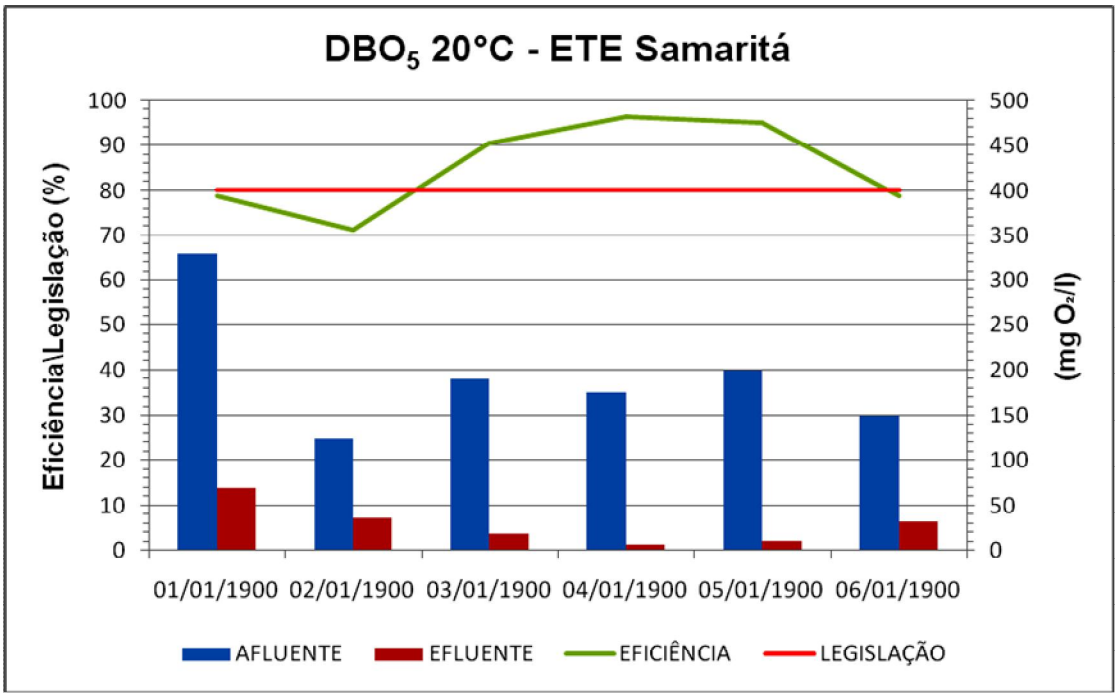

Figura 31 – Medida de DBO da ETE Samaritá.

Em relação ao DBO da ETE Samaritá, foi possível constatar maior eficiência de remoção em parte dos dias de coleta com valores superiores a 90% e os outros dias com valores inferiores a 80% de eficiência de remoção. Entretanto, o valor da eficiência em algumas das medições ainda se encaixa no padrão adequado pelo COMANA.

Tabela 5 – Dados do DQO da ETE Samaritá.

Amostras	Data	DQO (mg O_2/l) AFLUENTE	DQO (mg O_2/l) EFLUENTE	EFICIÊNCIA (%)	LEGISLAÇÃO (%)
1	02/01/2008	634	234	63,1	70,0
2	06/02/2008	274	119	56,6	70,0
3	05/03/2008	398	86	78,4	70,0
4	07/04/2008	356	30	91,6	70,0
5	07/05/2008	414	76	81,6	70,0
6	06/06/2008	279	97	65,2	70,0

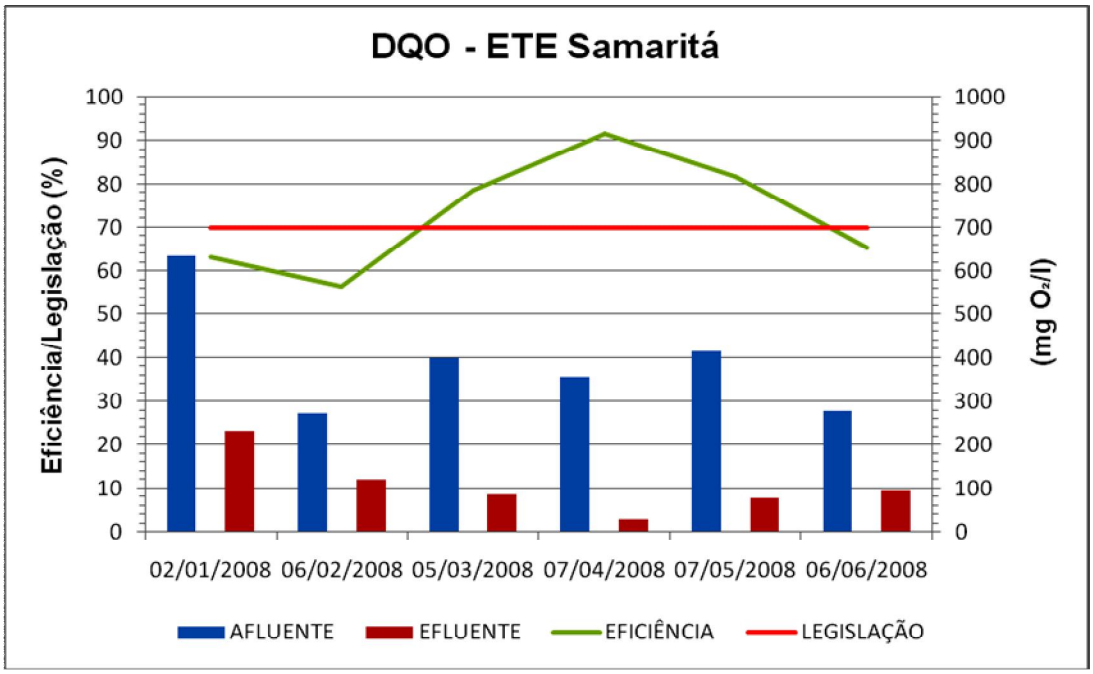

Figura 32 – Medida de DQO da ETE Samaritá.

Quanto aos valores de DQO, a ETE Samaritá apresentou oscilações nos seus valores, onde se observou alguns valores abaixo do recomendado pelo CONAMA para eficiência de remoção nos efluentes e outros acima do padrão, sendo que a média dos valores perfaz o que é preconizado, em torno de 72,7% de eficiência.

Tabela 6 – Dados dos Coliformes Fecais da ETE Samaritá.

Amostras	Data	Coliformes Fecais (NMP/100ml) AFLUENTE	Coliformes Fecais (NMP/100ml) EFLUENTE	EFICIÊNCIA (%)	LEGISLAÇÃO (%)
1	02/01/2008	1,9E+07	4,1E+03	99,98	100
2	06/02/2008	1,0E+07	3,5E+03	99,97	100
3	05/03/2008	1,3E+07	7,3E+05	94,41	100
4	07/04/2008	1,3E+07	1,8E+04	99,86	100
5	07/05/2008	1,2E+07	1,6E+06	86,67	100
6	06/06/2008	7,5E+06	7,1E+05	90,53	100

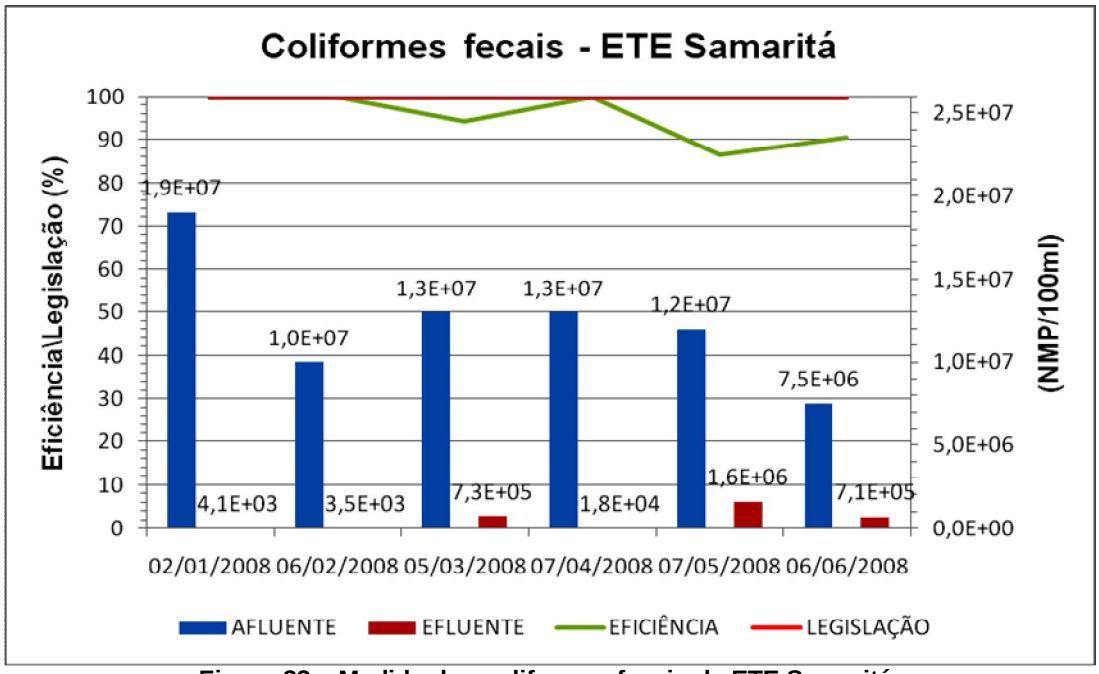

Figura 33 – Medida dos coliformes fecais da ETE Samaritá.

Scalize, Sita e Leite (2002) observaram valores aproximados quanto à redução de DBO e DQO com cerca de 98% e de 100% dos coliformes fecais em um tratamento de esgoto pelo processo de lodos ativados operando por batelada.

Em relação ao sistema de tratamento de esgoto pelo método de batelada, Cybis, Santos e Gehling (2004) destacam a eficiência desse tipo de tratamento para remoção de compostos orgânicos e redução dos níveis de nitrogênio e seus derivados, além de manter um baixo teor de DQO ao final do processo. Já em relação ao tratamento contínuo, Ferreira e Coraiola (2008) comprovou experimentalmente a eficiência do tratamento contínuo para a aeração do efluente e redução de até 98% das cargas poluidoras, do DBO e do DQO ao longo do estudo.

6 CONCLUSÃO

Em se verificando os resultados, foi possível constatar maior eficiência na redução do DBO e DQO no tratamento de esgoto da ETE Humaitá com fluxo contínuo e maior eficiência na redução dos coliformes fecais no tratamento por batelada da ETE Samaritá.

Recomenda-se para o tratamento continuo da ETE Humaitá um sistema de injeção de agentes desinfectantes, como o cloro gás, visando à redução para coliformes fecais.

Sugere-se para o tratamento por batelada de Samaritá, aumentar o tempo de aeração para se obter uma maior eficiência na redução de matéria orgânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYACH, L. R. *et al*. Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos. **Caderno de Geografia**, v.22, n.37, 2012.

BRASIL. **Resolução nº 430/2011**. Brasília: CONAMA/MAM, 2011.

_____. Conselho Nacional de Meio ambiente. **Resolução CONAMA nº 357 de 18 de Março de 2005**. Brasília: CONAMA, 2005.

CYBES, L. F. de A; SANTOS, A. V. dos; GEHLING, G. R. Eficiência do reator sequencial em batelada (RSB) na remoção de nitrogênio no tratamento de esgoto doméstico com DQO baixa. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 260 – 264, jul – set de 2004.

FERREIRA, F. D; CORAIOLA, M. Eficiência do lodo ativado em fluxo contínuo para tratamento de esgoto. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba. v. 6, n. 2, p. 259-279, abr - jun de 2008.

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília: FUNASA, 2006. 408 p.

GEWEHR, A. G. Ecoeficiência de Estações de Tratamento de Esgoto: Índice de iodo. 2009. 74f. **Monografia** (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grane do Sul. Porto Alegre, 2009.

GUIMARAES, L; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. de. **Saneamento Básico**. 2007. Disponível em: http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf. Acesso em 25 de julho de 2016.

HELLER, L. **Elementos conceituais para o saneamento básico**. Brasília: Ministério das cidades, 2011.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

ITB. **O Manual do Saneamento Básico**: entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2012.

LIMA, V. **Tratamento de água**. 2014. Disponível em: http://www.vanialima.blog.br/2014/08/tratamento-de-aguaenem.html. Acesso 02 de outubro de 2016.

NAHON, I. M. Sistema de apoio à análise de outorga de lançamento de efluentes para a variável demanda Bioquímica de oxigênio: estudo de caso da bacia do Alto Iguaçu. 2006. 175f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, UFPR. Curitiba, 2006.

PIMENTA, H. C. D. *et al*. O esgoto: a importância do tratamento e as opções tecnológicas. IN: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Curitiba, 2002. **Anais do XXII ENEGEP.** Curitiba, 2002.

PSB. PORTAL SANEAMENTO BÁSICO. **Itanhaem e São Vicente recebem estações de tratamento de esgoto.** 2002. Disponível em: http://www.saneamentobasico.com.br/portal/index.php/arquivo/itanhaem-e-sao-vicente-recebem-estacoes-de-tratamento-de-esgotos/**.** Acesso em 25 de julho de 2016.

RIBEIRO, J. W; ROOKE, J. M. S. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. 36f. 2010. **Monografia** (Especialização em Análise Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Juiz de Fora, 2010.

RIBEIRO, R. E. Y; CORDEIRO, J. S. Gestão por competências nas estações de tratamento de esgoto da SABESP: A experiência das ETE'S Humaitá e Samaritá – São Vicente / SP. IN: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2005. Campo Grande. **Anais 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.** Campo Grande, 2005.

RODRIGUES, J; CHIAPPETTA, J. M. M; MENDONÇA, C. E. G. Eficiência do tratamento biológico de efluentes domésticos, através da remoção parcial da matéria orgânica na forma de DBO, na CNAAA. IN: 51º Congresso Brasileiro de Química. São Luís, 2011. **Anais 51º Congresso Brasileiro de Química.** São Luís, 2011.

SABESP. **Tratamento de esgotos**. Disponível em: http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=49. Acesso em 02 de outubro de 2016.

_____. **Entenda o que é esgoto e o caminho que ele percorre até as estações de tratamento da Sabesp**. 2016. Disponível em: http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalhe.aspx?secaoId=65&id=7081. Acesso em 21 de outubro de 2016.

SANTANA, A; BATISTA, M. **O Manual do Saneamento Básico: Entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2012.

SCALIZE, P. S; SITA, W; LEITE, W. C. de A. Desempenho de uma estação de tratamento de esgoto pelo processo de lodos ativados operando por batelada. In: XXVIII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Cancum, 2002. **Anais XXVIII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL.** Cancum, 2002.

SILVA, J. Levantamento da situação da Estação de Tratamento de Esgoto de Cajazeiras no Bairro Cajazeiras na cidade de Mossoró – RN. 2011, 53f. **Monografia** (Graduação em Ciências e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Seri-árido, UFERSA. Mossoró, 2011.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico**. Brasília: Ministério da Saúde e do Meio Ambiente, 2007.

SOUZA, L. C. da C. de. Alternativa paralela para o tratamento de esgoto no município de Ijuí/RS: estudo de caso, Campus da Unijuí - Ijuí/RS. 83f. 2009.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.

TONETO JUNIOR, R. A situação atual do saneamento básico no Brasil: problemas e perspectivas. 324 f. 2004. **Tese** (livre-docência em economia) — Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

TUROLLA, F. A. **Política de saneamento básico:** avanços recentes e opções futuras de políticas públicas. Brasília: IPEA, 2002.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos:** Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos:** Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. v. 2. Belo Horizonte: UFMG, 1996.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Sanitation**. 2015. Disponível em: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs392/en/. Acesso em 25 de julho de 2016.