



FANESE – Faculdade de Administrações e Negócios de Sergipe
Núcleo de Pós-Graduação e Extensão – NPGE
ESPECIALIZAÇÃO EM AUDITORIA, PERÍCIA AMBIENTAL E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

ARIOVALDO MENEZES DE SOUZA FILHO

**ASPECTOS GERAIS A RESPEITO DO TRATAMENTO DOS
EFLUENTES SANITÁRIOS NO BRASIL**

Aracaju/SE
18 de setembro de 2018

ARIOVALDO MENEZES DE SOUZA FILHO

**ASPECTOS GERAIS A RESPEITO DO TRATAMENTO
DOS EFLUENTES SANITÁRIOS NO BRASIL**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Núcleo de Pós-Graduação e Extensão –
NPGE, da Faculdade de Administração de Negócios de Sergipe – FANESE, como
requisito para a obtenção do título de Especialista em Auditoria, Perícia Ambiental e
Desenvolvimento Sustentável**


Heloísa Thaís R. Souza
Eng^o Florestal
CREA 2709151081

Heloísa Thaís Rodrigues de Souza
Avaliadora

Felora Daliri Sherafat
Coordenadora do Curso



Ariovaldo Menezes de Souza Filho
Aluno

Aprovado (a) com média: _____

Aracaju (SE), 18 de Setembro de 2018

RESUMO

A inexistência e deficiência dos serviços públicos de saneamento básico tem uma maior ocorrência em áreas urbanas e periféricas. A exemplo do esgoto, que é todo lixo que produzimos utilizando a água, deverá direcioná-lo para um sistema de tratamento adequado, porém, em certas localidades os efluentes sanitários são descartados na superfície terrena ou em lagos, em rios, em córregos, expondo-os as diversas comunidades e gerando grandes incidências de doenças mortais e a degradação do meio ambiente. A implantação de sistemas de tratamentos de esgoto, seja ele individual ou coletivo, são considerados requisitos básicos de coleta nas diversas cidades, que tem por finalidade, controlar e evitar tais problemas. Neste trabalho procurou-se mostrar, através de revisão bibliográfica, os aspectos gerais a respeito dos sistemas de tratamento dos efluentes sanitários mais utilizados no Brasil e destacar as principais formas ambientalmente corretas para o tratamento dos efluentes sanitários no país, com a finalidade de instrução para melhores condições de vida e saúde para as populações e harmonia com o meio ambiente.

Palavras-chave: saneamento básico, meio ambiente, tratamento dos efluentes.

ABSTRACT

The lack and deficiency of public sewage services has a higher incidence in urban and suburban areas. For example, the sewer, which is all the waste we produce using water, should be directed to an appropriate treatment system, but in certain places it is disposed on the surface being exposed to the community generating huge incidences of lethal diseases and environment's harm. The implementation of sewage treatment systems be it individual or collective, are considered basic collection requirements in the various cities, whose purpose is to control and avoid such problems. This paper aimed to show, through a bibliographical review, the general aspects regarding the most used sanitary effluent treatment systems in Brazil and to highlight the main environmentally correct forms for the treatment of sanitary effluents in the country, for the purpose of better living conditions and health for the people and harmony with the environment.

Keywords: basic sanitation, environment, treatment of effluents.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e ocupante.....	20
Tabela 2 – Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária.....	21
Tabela 3 – Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil.....	21
Tabela 4 – Taxa de acumulação total (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio.....	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistemas de esgotamento individual (estático) e coletivo (dinâmico)	12
Figura 2 – Conjunto de unidade de tratamento de esgoto	13
Figura 3 – Estação de tratamento de esgoto (ETE)	14
Figura 4 – Sistema de tratamento (fossa séptica, filtro anaeróbio sumidouro)	18
Figura 5 - Tanque séptico de câmara única	18
Figura 6 - Tanque séptico de câmara em série	19
Figura 7 – Filtro anaeróbio	23
Figura 8 – Sumidouro	26

LISTA DE SIGLAS

CO₂ – Gás Carbonico

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

DTeO – Demanda Teórica de Oxigênio

DTO – Demanda Total de Oxigênio

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

H₂S – Ácido Sulfídrico

NBR – Norma Brasileira

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE FIGURAS	
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. DESENVOLVIMENTO.....	10
2.1 Sistemas de Esgotos.....	10
2.1.1 Parâmetros Físicos dos Esgotos.....	14
2.1.2 Parâmetros Químicos dos Esgotos.....	15
2.1.3 Parâmetros Biológicos dos Esgotos.....	16
2.2 Sistema Individual.....	17
2.2.1 Tanque Séptico.....	17
2.2.1.1 Funcionamento.....	19
2.2.1.2 Parâmetros de Projeto.....	20
2.2.1.3 Eficiência.....	22
2.2.1.4 Operação e Manutenção.....	22
2.2.2 Filtro Anaeróbio.....	22
2.2.2.1 Funcionamento.....	23
2.2.2.2 Parâmetros de Projeto.....	24
2.2.2.3 Eficiência.....	24
2.2.2.4 Operação e Manutenção.....	25
2.2.3 Sumidouro.....	25
2.2.3.1 Funcionamento.....	26
2.2.3.2 Parâmetros de Projeto.....	26
2.2.3.3 Operação e Manutenção.....	27
3. CONCLUSÃO.....	28
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso substancial para a existência da vida na forma que conhecemos. Foi na água que a vida fluiu, e seria difícil imaginar a existência de qualquer forma de vida na ausência deste recurso tão importante. Nosso planeta está coberto d'água; um volume de aproximadamente 1,4 bilhão de km³ cobre cerca de 71% da superfície da Terra (GRASSI, 2001).

Por se tratar de um recurso natural de fácil acesso, é notório como o ser humano interfere em seu ciclo, a ausência de políticas públicas referentes ao tratamento das águas para sua reutilização é perceptível, bem como o uso inconsciente e o não comprometimento com os descartes dos diversos resíduos, seja residencial, comercial ou industrial. Com isso, as maiores reservas de água no planeta estão esvaziando rapidamente.

Um ponto fundamental e de grande valia destacar é o crescimento populacional no Brasil, que faz gerar uma expansão demográfica contínua no território, necessitando de áreas para tentar alocar todos os indivíduos. Com o aumento da população, houve uma elevação exponencial referente aos problemas ambientais, um exemplo típico, são os efluentes, que muitas vezes são lançados no meio ambiente sem passar por um tratamento com padrão de qualidade aceitável garantindo um menor impacto ambiental possível.

O Brasil enfrenta inúmeros desafios em termos de abastecimento de água, tratamento do esgoto, drenagem, coleta de lixo, há um vasto déficit no setor de saneamento básico, principalmente nas áreas rurais e periféricas. Com a falta de infraestrutura, os fatores físicos podem sobressair e exercer efeitos nocivos à população, prejudicando seu bem estar físico, mental e social.

Na atualidade, a procura por processos de tratamentos de esgotos eficientes tem sido o propósito de trabalhos acadêmicos. É importante observar, que além de novas tecnologias, é necessária uma dedicação para adequar sistemas existentes, corrigindo as características técnicas, bem como as rotinas operacionais, propondo uma melhora na eficiência (SCOTTÁ, 2015).

Neste sentido, o presente trabalho pretendeu, por meio de pesquisa descritiva exploratória, destacar as principais formas ambientalmente corretas para o tratamento dos efluentes sanitários no Brasil, com a finalidade de instrução para

melhores condições de vida e saúde para as populações e harmonia com o meio ambiente.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Sistemas de Esgoto

A disposição adequada dos esgotos é essencial à proteção da saúde pública e do meio ambiente. São inúmeras as doenças que podem ser transmitidas pela falta da disposição adequada de esgoto sanitário.

Para a FUNASA (2006), sob o aspecto sanitário, o destino final dos dejetos humanos, visa, fundamentalmente, ao controle e à prevenção de doenças a eles relacionadas. As soluções a serem adotadas terão os seguintes objetivos:

- Evitar a poluição do solo e dos mananciais de abastecimento de água;
- Evitar o contato de vetores com as fezes;
- Propiciar a promoção de novos hábitos higiênicos na população;
- Promover o conforto e atender ao senso estético.

Já sob os aspectos econômicos, a ocorrência de doenças, principalmente as doenças infecciosas e parasitárias ocasionadas pela falta de condições adequadas de destino dos dejetos, podem levar o homem a inatividade ou reduzir sua potencialidade para o trabalho. Assim sendo são considerados os seguintes aspectos (FUNASA, 2006):

- Aumentar a vida média do homem, pela redução da mortalidade em consequência da redução dos casos de doença;
- Diminuir as despesas com o tratamento de doenças evitáveis;
- Reduzir o custo do tratamento de água de abastecimento, pela prevenção da poluição dos mananciais;
- Controlar a poluição das praias e locais de recreação com o objetivo de promover o turismo;
- Preservação da fauna aquática, especialmente os criadouros de peixes.

No ponto de vista da CESAN (2013), “o esgoto é uma combinação de água e matéria orgânica (fezes, urina e água do serviço doméstico), 99 % do volume de um determinado esgoto pode ser água e 1% ou mais, pode ser de matéria orgânica e o intuito principal do tratamento de esgoto é desfazer essa mistura”.

Segundo VON SPERLING (1996), o esgoto sanitário é formado por esgoto doméstico, águas de infiltração e despejos industriais, sendo que:

- O esgoto doméstico: é proveniente das residências, do comércio e das repartições públicas. A taxa de retorno é de 80 % da vazão da água distribuída;
- Águas de infiltração: são as que penetram na rede coletora de esgoto através de juntas defeituosas das tubulações, paredes de poços de visita, etc. A taxa de infiltração depende muito das juntas das tubulações, do tipo de elementos de inspeção, do tipo de solo e da posição do lençol freático. Os valores médios são de 0,3 a 0,5 L/s.km;
- Despejos industriais: efluentes provenientes das indústrias, que dependendo das suas condições, são admitidos na rede de esgoto. Os esgotos industriais ocorrem em pontos específicos da rede coletora e suas características dependem da indústria.

Von Sperling (2005), aponta que há basicamente duas variantes dos sistemas de esgotamento sanitário (Ver Figura 1):

- **Sistemas individuais ou sistemas estáticos** - Consistem no lançamento de excretas (em privadas higiênicas, solução unifamiliar) ou dos esgotos (em fossas) gerados em uma ou poucas unidades(s) habitacional(is), frequentemente envolvendo infiltração no solo. Esta solução pode funcionar de forma satisfatória e economicamente se a densidade de ocupação for baixa (grandes lotes com elevada porcentagem de área livre e/ou no meio rural) e se o solo apontar boas condições de infiltração. É necessário ainda que o nível do lençol freático se encontre a uma profundidade adequada, de forma a evitar o risco de sua contaminação, principalmente por microrganismos patogênicos. É interessante salientar que as soluções individuais podem conduzir à poluição da água superficial no caso de extravasamento e da própria incorporação da água subterrânea à água superficial.

- **Sistemas coletivos ou sistemas dinâmicos** – São indicados para locais com alta densidade populacional, como no meio urbano. Esta solução consiste em canalizações que recebem o lançamento dos esgotos, transportando-os ao seu destino final, de forma sanitariamente correta.

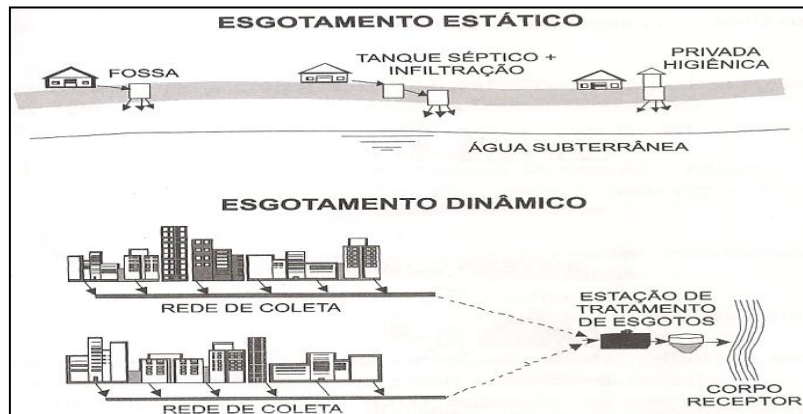


Figura 1: Sistemas de esgotamento individual (estático) e coletivo (dinâmico).
Fonte: VON SPERLING (2005, p. 53).

Os destinos mais prováveis dos esgotos sanitários sem tratamento são os córregos, lagos, rios, contaminando de forma direta nossos recursos hídricos. Logo, é de fundamental importância a coleta e o transporte dessa água poluída para alguma unidade de tratamento.

As lagoas de estabilização se apresentam como uma excelente alternativa no processo de tratamento de esgotos, com características simples e baixo custo. O tratamento é feito por meio dos processos físicos, bioquímicos e biológicos (autodepuração ou estabilização) que são responsáveis pela transformação de composto orgânico vivos presentes. Esse tipo de tratamento é bastante recomendado para regiões de clima quente e em desenvolvimento, é necessário para implantação da lagoa de estabilização uma grande disponibilidade de área (UEHARA e VIDAL, 1989 apud. TARDIVO, 2009).

Quanto à atividade biológica predominante, as lagoas de estabilização podem se classificar em:

- **Lagoa anaeróbia:** esse tipo de lagoa é dimensionado com profundidade que pode variar de 2,5 a 5,0 metros para receber grandes quantidades de cargas orgânicas impedindo a existência de oxigênio dissolvido no meio do líquido, logo a matéria orgânica é digerida de modo anaeróbio com um tempo de retenção hidráulica mínima de três dias. Esse tipo de lago apresenta uma eficiência de 50 a 60% na remoção de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) (VON SPERLING, 1996).

- **Lagoa facultativa:** esse tipo de lagoa é dimensionado com profundidade que pode variar de 1,0 a 2,5m com um tempo de detenção hidráulica de 10, 20 e até 35

dias. A DBO é estabilizada por bactérias dispersas no ambiente líquido se estabilizando anaerobiamente através dos microrganismos no fundo da lagoa (UEHARA e VIDAL, 1989 apud. TARDIVO, 2009).

• **Lagoa de maturação:** são lagoas usadas após o tratamento secundário da lagoa anaeróbia e lagoa facultativa com o propósito de melhorar a quantidade do efluente, apresentando como objetivo principal a remoção de organismos patogênicos, se mostrando ser uma excelente alternativa econômica se comparado com os métodos convencionais de desinfecção de efluentes, como a cloração, por exemplo (VON SPERLING, 1996).

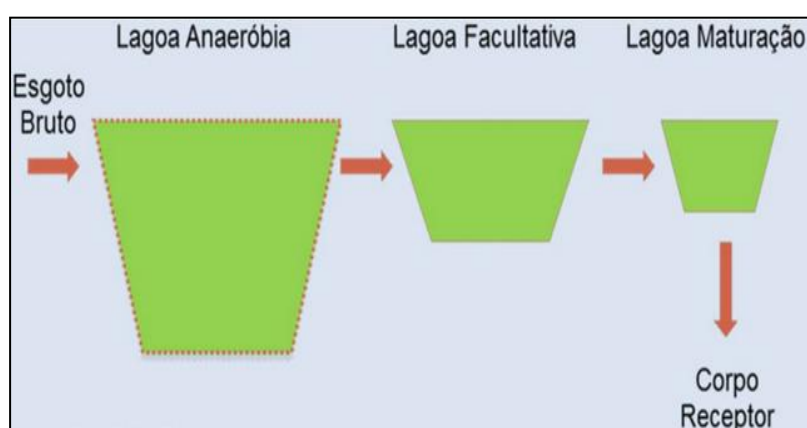


Figura 2– Conjunto de unidade de tratamento de esgoto.

Fonte: SILVA (2008, apud. CAERN, 2014).

As lagoas de estabilização têm mostrado ser uma excelente alternativa por apresentar algumas vantagens como: grande facilidade na construção, operação e manutenção, reduzidos custos na implantação, ausência de equipamentos mecânicos, eficiência satisfatória de Demanda Química de Oxigênio - DBO e patogênicos. As desvantagens desse sistema é a necessidade de uma extensa área para implantar as lagoas, grande possibilidade de crescimento de insetos, crescimento rápido de vegetações, possível necessidade de remoção de algas descartes, desempenho variável com as condições climáticas, dificuldade de satisfazer padrões de lançamento restritos (FILHO, 2018).

Outra unidade de tratamento de esgoto de grande importância são as denominadas de Estação de Tratamento de Esgoto - ETE, que é um conjunto de instalações, dispositivos e equipamentos destinados ao tratamento dos esgotos domésticos. Para que as ETEs possam manter a sua eficiência, é preciso, além de um

projeto adequado ao município - da adoção de alguns critérios técnicos na implantação e uma operação que garanta o seu funcionamento dentro das condições licenciadas (BRUSCHI *et al.*, 2006).



Figura 3- Estação de tratamento de esgoto (ETE).
Fonte: ENGEFORM (2016).

Bruschi *et al.* (2006), ressalta que um empreendimento de infraestrutura de saneamento como uma ETE é, geralmente, dimensionado e projetado para ter aproximadamente mais de 10 anos de vida útil. Entretanto, é importante que a operação adequada e a manutenção periódica estejam sempre presentes com objetivo de garantir a função de melhoria na qualidade ambiental e dos recursos públicos aplicados.

Ao se projetar uma ETE, normalmente não existe o interesse em se determinar os diversos compostos dos quais a água residual é constituída, tendo em vista a complexidade das análises de laboratório que seriam fundamentais e a pequena utilidade prática desses resultados como elementos para ajudar o projeto e operação da mesma. Desta forma, é preferível a utilização de parâmetros indiretos que traduzam o carácter ou potencial poluidor do despejo em questão. Esses parâmetros são divididos em três categorias: físicos, químicos e biológicos (VON SPERLING, 1996).

2.1.1 Parâmetros Físicos dos Esgotos

Segundo VON SPERLING (2005), segue a relação das principais características físicas que representam a condição em que se encontram as águas residuárias:

- Cor: muitas vezes a tonalidade permite identificar o estado do esgoto, se o mesmo está fresco sua coloração é cinza, caso esteja em estado séptico, é cinza escuro ou preto, ajudando assim a fornecer dados que caracteriza o melhor meio de despejo;

- Turbidez: representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, apresentando uma aparência turva formada por sólidos em suspensão, seu grau de turvação é medido por um equipamento chamado turbidímetro.

- Odor: odor (sensação olfativa: ovo podre, mofo), ambos podem identificar o estado em que o esgoto se encontra.

- Temperatura: é um parâmetro físico que ajuda a medir a intensidade de calor em que o esgoto se encontra, é ela que vai influenciar diretamente na velocidade de decomposição do esgoto.

2.1.2 Parâmetros Químicos dos Esgotos

Para Jordão e Pessoa (1995), as importâncias relativas às características químicas dos esgotos sanitários são:

- Matéria orgânica: Presentes em cerca de 70% dos sólidos no esgoto médio, estes grupos são constituídos especialmente por compostos de proteínas, carboidratos, gordura e óleos, e em menor parte, por ureia, surfactantes, fenóis, pesticidas (típicos de despejos industriais, em quantidade);

- Matéria inorgânica: É constituída normalmente de areia e outras elementos minerais dissolvidas, provenientes de águas de lavagens. Não é comum remover este tipo de material, pois o mesmo não influenciará no sistema de tratamento de esgotos pelo fato de ser um material estático. Porém, deve-se estar vigilante às possibilidades de entupimento e saturação de filtros e tanques, quando há a presença de grande quantidade deste material;

- Carboidratos: Produtores de carbono, hidrogênio e oxigênio, e são as primeiras substâncias a serem agredidas pelas bactérias. Estão essencialmente presentes nos açúcares, amido, celulose. A ação bacteriana nos carboidratos gera ácidos orgânicos, que produz um aumento na acidez do esgoto;

- Proteínas: Produzem nitrogênio e contém carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, e podem conter fósforo, enxofre e ferro. São essencialmente de origem animal, mas por sua vez acontecem em vegetais também. O enxofre apresentado pelas proteínas é responsável pela geração do gás sulfídrico (H_2S) presente nos despejos;

- Gorduras e óleos: Designados o nome de graxa, as gorduras e os óleos estão presentes nos despejos domésticos e sua origem se dá pelo uso de manteiga, óleos vegetais, carnes. Além disso, pode estar presentes em produtos não tão comuns, como querosene, óleo lubrificante, proveniente de garagens. Não são desejáveis em um sistema de tratamento de esgotos, pois geram uma camada de espuma e podendo entupir os filtros, além de prejudicar a vida no meio biológico;

- Nitrogênio: É através da indicação dele e dos testes feitos que será possível perceber a carga de nutrientes lançados ou presentes num corpo d'água, apresentando a disponibilidade de nitrogênio para a manutenção da atividade biológica nos processos de tratamento. É necessário muito cuidado, pois o nutriente pode causar problemas de superprodução de algas nos corpos receptores de estações de tratamento (rios, lagos, lagoas). O acúmulo excessivo de algas é resultado de um sistema de tratamento de esgotos mal projetado e executado, onde estes não são capazes de remover a quantidade necessária de nutrientes;

- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO): É uma quantidade indireta da quantificação da matéria orgânica, medindo a proporção de oxigênio dissolvido requerida por microrganismos para estabilização da matéria orgânica. Quanto maior a quantidade de matéria orgânica biodegradável presente no esgoto, maior será a DBO;

- Demanda química de oxigênio (DQO): Diferente da DBO, a DQO mede a quantidade de oxigênio necessário para oxidação da parte orgânica de uma amostra que seja oxidável pelo sal inorgânico em solução ácida;

- Demanda total de oxigênio (DTO): Consiste em teste instrumental que determina capacidade de não ser afetada por certos poluentes que causa interferência no teste da DQO (por exemplo, amônia e benzeno);

- Demanda teórica de oxigênio (DTeO): É a quantidade teórica de oxigênio suficiente para oxidação integral da parte orgânica de uma amostragem, produzindo gás carbônico - CO_2 - e gás sulfídrico – H_2S .

2.1.3 Parâmetros Biológicos dos Esgotos

Os microrganismos apresentam fundamental importância na característica biológica dos esgotos, principalmente as relacionadas com a modificação da matéria dentro dos ciclos biogeoquímicos. No tratamento biológico dos esgotos, os

microrganismos tem capacidade de reagir e converter a matéria orgânica e inorgânica (VON SPERLING, 2005).

Para Silva (2004), os principais microrganismos presentes em despejos são: protozoários, fungos, algas, grupos de plantas e de animais e as bactérias, sendo que os mais importantes para este trabalho serão discutidos nos itens que seguem.

2.2 Sistema Individual

As deficiências dos serviços de saneamento básico nas áreas urbanas e periféricas precisam de implantação de um sistema alternativo para disposição dos resíduos proveniente dos esgotos locais, com o objetivo de evitar a contaminação do solo, água e transmissão de doenças a população. Em sua maioria, as comunidades mais pobres são desprovidas de redes coletoras de esgoto sanitário, obrigando a população a criar seus próprios meios de disposição dos resíduos domésticos. (JUNIOR e NETO, 2011).

Ainda de acordo com Junior e Neto (2011), grande parte desses resíduos é lançada de forma inadequada ao meio ambiente, que acabam provocando doenças e mortes em crianças e adultos. Esses problemas podem ser minimizados utilizando sistemas simplificados para o tratamento de esgoto sanitário, os quais devem ter como característica uma facilidade construtiva e um baixo custo, portanto acessível à população de baixa renda. Uma proposta adequada para as regiões que não possuem rede coletora de esgoto, e que mudaria esse conceito, seria a aplicação de sistema de associação de Fossa Séptica, Filtro Anaeróbio e Sumidouro.

2.2.1 Tanque Séptico

Segundo Jordão e Pessôa (1995), através de inúmeras pesquisas históricas o francês Jean Louis Mouras foi nomeado o criador dos tanques sépticos no ano de 1860, construiu um tanque de alvenaria em uma pequena habitação em Veoul, na França, com o objetivo de coletar os efluentes provenientes dos esgotos, resto de cozinha, água pluviais, encaminhados em seguida para um sistema secundário denominado sumidouro.

A NBR 7229 (1993), exprime que o tanque séptico corresponde a um sistema primário e aplica-se principalmente ao tratamento de esgoto doméstico e, em

casos plenamente justificados, ao esgoto sanitário. É uma unidade de forma geométrica cilíndrica ou prismática (retangular ou quadrado) de fluxo horizontal, ascendente e descendente para o tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão. O efluente deverá ser transportado para um filtro anaeróbico ou filtro aeróbico, sumidouros, valas de infiltração ou rede coletora de esgoto.



Figura 4 - Sistema de tratamento (fossa séptica, filtro anaeróbico sumidouro).
Fonte: HABITARE (2013).

O tanque séptico pode receber os dejetos de uma ou várias edificações, desde que sua capacidade seja suportável com a quantidade de contribuintes que vão utilizar o sistema (JUNIOR e NETO, 2011).

A NBR 7229 (1993), define dois modelos de tanques sépticos:

- Câmara única: apresenta apenas um compartimento, em cuja zona superior deve ocorrer processos de sedimentação, de flotação e digestão da espuma, prestando-se a zona inferior ao acúmulo e digestão do lodo sedimentado. (Ver Figura 5)

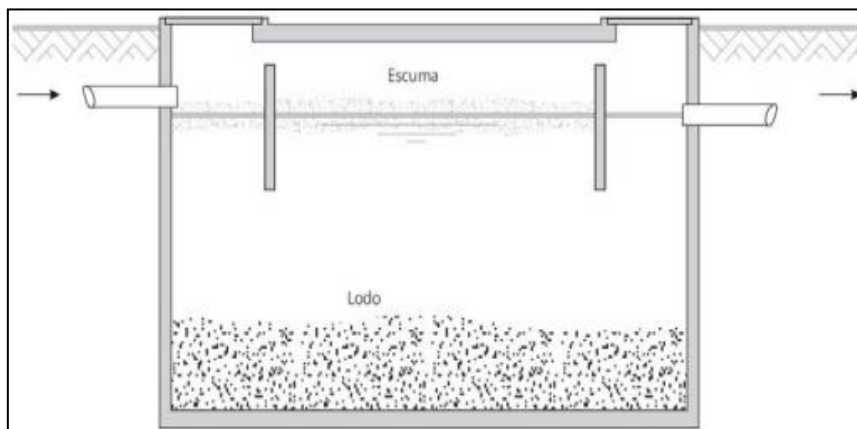


Figura 5 - Tanque séptico de câmara única.
Fonte: CAMPOS (1999).

- Câmara em série: apresenta dois ou mais compartimentos contínuos, dispostos sequencialmente no sentido do fluxo do líquido e interligados adequadamente, nos quais devem ocorrer, conjunta e decrescentemente, processos de flotação, sedimentação e digestão. (Figura 6)

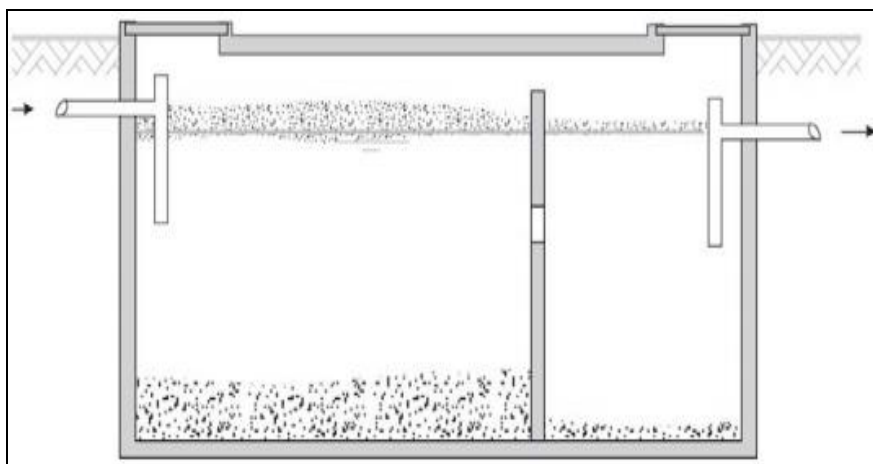


Figura 6 - Tanque séptico de câmara em série.
Fonte: CAMPOS (1999).

2.2.1.1 Funcionamento

Jordão e Pessôa (1995), destacam alguns princípios básicos fundamentais no funcionamento de um tanque séptico:

- Retenção do esgoto: o esgoto é detido no tanque séptico por um período que é estabelecido na sua projeção;
- Decantação do esgoto: processa-se uma sedimentação de 60% a 70% dos sólidos em suspensão contidos no esgoto, formando-se em uma substância denominada de lodo;
- Digestão anaeróbia do lodo: espuma e lodo são atacados por bactérias anaeróbias, provocando destruição total ou parcial de material volátil ou patogênico.

Estas reações ocorrem, pois todo tanque séptico possui um período de detenção, e será neste espaço de tempo que estas reações irão acontecer. Tanto o lodo – resultante da sedimentação das partículas sólidas – quanto a espuma (material flutuante, formado por óleos e graxas) é agredido por bactérias predominantemente anaeróbias, proporcionando um melhor nível de tratamento do que um simples processo de

sedimentação. Este processo oferece uma diminuição na quantidade de lodo, além de sua estabilização (SILVA, 2004).

2.2.1.2 Parâmetros de Projeto

Para dimensionamento do tanque séptico é necessário utilizar os parâmetros de cálculo e recomendações contidas na NBR 7229 (1993).

Os dados das dimensões do tanque séptico vão depender do número de contribuintes e demais informações que se correlacionam para efeito de cálculo com as tabelas abaixo.

$$V = 1000 + N (CT + K Lf)$$

Onde:

V = volume útil, em litros;

N = número de pessoas ou unidades de contribuição;

C = contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 1);

T = período de detenção, em dias (ver Tabela 2);

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (ver Tabela 3);

Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 1).

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
1. Ocupantes permanentes			
- residência	pessoa	160	1
padrão alto	pessoa	130	1
padrão médio	pessoa	100	1
padrão baixo	pessoa	100	1
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- alojamento provisório	pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
- fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- escritório	pessoa	50	0,20
- edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- bares	pessoa	6	0,10
- restaurantes e similares	refeição	25	0,10
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- sanitários públicos ^(A)	bacia sanitária	480	4,0

Tabela 1 – Contribuição diária de esgoto (C) e lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e ocupante.
Fonte: NBR 7229 (1993).

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Tabela 2 – Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária.
Fonte: NBR 7229 (1993).

Volume útil (m³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Tabela 3 – Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil.
Fonte: NBR 7229 (1993).

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t > 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Tabela 4 – Taxa de acumulação total (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio.
Fonte: NBR 7229 (1993).

Para entrar em funcionamento o tanque séptico deverá antes ser submetido ao ensaio de estanqueidade, submetido após ele ter sido saturado (preenchido com água até a altura da geratriz inferior do tubo de saída) por no mínimo 24 horas. A estanqueidade é mensurada pela variação do nível de água após preenchimento,

passados 12 h. Se a variação for superior a 3% da altura útil, a estanqueidade é deficiente, devendo-se então corrigir trincas, fissuras ou juntas (FUNASA, 2014).

2.2.1.3 Eficiência

Para Junior e Neto (2011), o tratamento do esgoto destinado para o tanque séptico não apresenta um alto padrão de eficiência, mas produz efluente que pode ser encaminhado a um pós- tratamento complementar, de preferência aquele que remove matéria orgânica dissolvida, como é o caso dos filtros anaeróbio ou aeróbio.

Macintyre (1996), relaciona em seu livro as seguintes eficiências para um tanque séptico bem projetado e construído:

- Remoção de sólidos em suspensão 50 a 70%
- Redução de bacilos coliformes 40 a 60%
- Redução da DBO 30 a 60%
- Remoção de graxas e gorduras 70 a 90%

A remoção dos sólidos em suspensão, por sedimentação, está em torno de 60%. Esta sedimentação forma, no fundo do tanque, uma substância semilíquida denominada de lodo (JORDÃO e PESSÔA, 1995).

2.2.1.4 Operação e Manutenção

O tempo de limpeza dos tanques sépticos é estabelecido no momento em que está sendo projetado, permitindo o aumento ou uma diminuição no período que ocorre às variações nas vazões previstas. A limpeza, quando conveniente, não deverá remover todo o lodo, deve-se deixar cerca de 10% do volume existente. Com a geração de gases no interior do tanque é necessário deixa-lo aberto para prevenir qualquer risco de explosões e intoxicações (NBR 7229, 1993).

2.2.2 Filtro Anaeróbio

Segundo a NBR 7229 (1993), o filtro anaeróbio é uma unidade destinada ao tratamento de esgoto, por intermédio de afogamento do meio biológico filtrante.

A Figura 7 ilustra de uma forma mais detalhada como deve ser projetado e construído um filtro anaeróbio. O mesmo pode ser cilíndrico ou prismático, os materiais

utilizados são anéis em concreto armado, plástico de alta resistência, fibra de vidro de alta resistência ou blocos cerâmicos. Na parte inferior do filtro observa-se a presença de um fundo falso e acima britas de número 4 ou 5 para uma melhor filtragem do sistema. Logo, os efluentes presentes no filtro anaeróbio são destinados para um sumidouro ou vala de infiltração (FILHO, 2018).

Os filtros mais comuns consistem em um tanque cheio de pedras britadas ou outro tipo de material estático que serve de suporte para aderência e evolução de microrganismos, constituindo um leito com elevados graus de vazios, podendo ter fluxos ascendente, horizontal e descendente (CAMPOS, 1999).

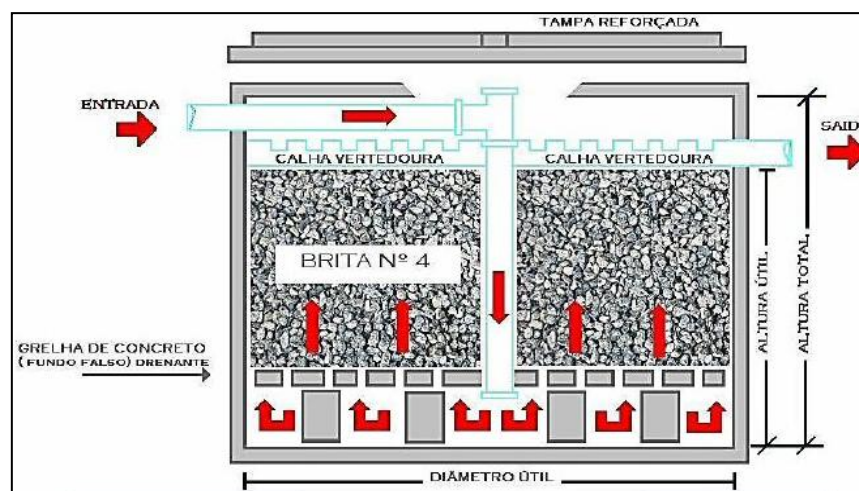


Figura 7 -Filtro anaeróbio.

Fonte: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (2016).

Em certas localidades do estado de Sergipe nos deparamos com os efluentes sanitários do filtro anaeróbio seguido de clorador sendo lançados nas galerias de águas pluviais. O clorador é um sistema de tratamento químico que serve para exterminar as bactérias e patogênicos de forma parcial ou total, porém, não elimina as cargas sólidas proveniente do filtro anaeróbio, sendo não apropriado esse tipo de procedimento (FILHO, 2018).

2.2.2.1 Funcionamento

Funcionalmente, o filtro anaeróbio é um conjunto de partes imóveis (fixas) de material estático coberto de microrganismo e com espaços vazios que podem ser parcialmente ocupados por lodo ativo, na forma de flocos e grânulos, por meio do qual

o efluente flui em fluxo ascendente, horizontal e descendente. O principal objetivo do filtro é proporcionar maior tempo de retenção celular, para obter contato extenso entre a biomassa ativa e o esgoto a ser tratado (CAMPOS, 1999).

A NBR 13969 (1997), define que o filtro anaeróbio é um reator biológico com esgoto em fluxo, composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meio filtrante submerso, onde atuam microrganismos facultativos e anaeróbios, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica.

2.2.2.2 Parâmetros de Projeto

Para dimensionamento do filtro anaeróbio é necessário utilizar os parâmetros de cálculo e recomendações contidas na NBR 13969 (1997). As dimensões vão depender do volume útil do leito filtrante e é obtido pela equação:

$$V_u = 1,6 \text{ NCT}$$

Onde:

N- é o número de contribuintes;

C- é a contribuição de despejos, em litros x habitantes/dia (conforme a tabela 3 da NBR 13969);

T- é o tempo de detenção hidráulica, em dias (conforme a tabela 4 da NBR 13969).

Alguns valores sugeridos do tempo de detenção hidráulica são:

- Até 1500 litros de contribuição diária e $15^{\circ}\text{C} \leq t \leq 25^{\circ}\text{C}$: período de detenção de 1,00 dia;
- De 1501 a 3000 litros de contribuição diária e $15^{\circ}\text{C} \leq t \leq 25^{\circ}$: período de detenção de 0,92 dias.

Todo processo anaeróbio é afetado pela variação de temperatura do esgoto, no entanto sua aplicação deve ser feita de modo criterioso (NBR 13969, 1997). O projetista deve detalhar os dispositivos de entrada e saída do efluente para proporcionar facilidades na remoção periódica do lodo em excesso (CAMPOS, 1999).

2.2.2.3 Eficiência

A eficiência aumenta na medida em que a centralização de lodo cresce, até atingir um estado de eficiência máxima. Com o tempo o lodo vai ficando velho,

concentrando resíduos inertes, a eficiência decresce e os interstícios vão ficando parcialmente obstruídos (CAMPOS, 1999).

O filtro anaeróbio, quando precedido de tanque séptico, possui provável remoção de DBO entre 40 e 75 % segundo a NBR 13969 (1997). Os valores aqui declarados referem-se a unidades dimensionadas de acordo com a normalização brasileira vigente, e variam conforme as condições de operação, como temperatura, manutenção (JUNIOR e NETO, 2011).

2.2.2.4 Operação e Manutenção

A NBR 13969 (1997), recomenda a utilização de uma bomba de recalque para limpeza do filtro anaeróbio, mediante sucção contra fluxo. Caso contrário, utiliza-se ainda o lançamento de água em cima do filtro, com posterior sucção. Sendo que se deve lavar completamente o material filtrante contido no filtro biológico. Assim que constatado obstrução no fluxo de esgoto no filtro anaeróbio, deve-se providenciar a limpeza imediata.

Embora a operação dos filtros anaeróbios seja muito simples, não pode ser negligenciado. É necessária que a limpeza proceda de forma periódica, transportando o volume de lodo do meio filtrante (CAMPOS, 1999).

2.2.3 Sumidouro

Segundo a NBR 7229 (1993), o sumidouro é um poço seco escavado no chão e não impermeabilizado, responsável pela infiltração da água residuária no solo. Os sumidouros são conhecidos como poços absorventes, recebendo os efluentes diretamente da fossa séptica ou filtro anaeróbio, tendo, portanto, grande vida útil, devido à facilidade de infiltração do líquido praticamente sem sólidos que preenche os espaços vazios no solo (JORDÃO e PESSÔA, 1995).

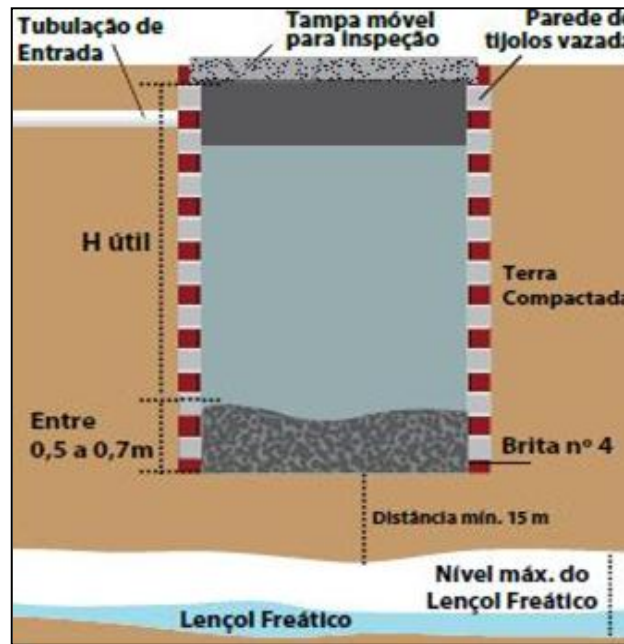


Figura 8- Sumidouro.
Fonte: SATCON (2014).

2.2.3.1 Funcionamento

Funcionalmente, o sumidouro utiliza a eficiência natural de infiltração do solo para absorver todo efluente final do sistema de tratamento. Orientando o local da disposição final do despejo no solo. É indicado para locais onde o lençol freático possua boa distância em relação ao nível do terreno (SILVA, 2004).

No estado de Sergipe a sua construção é realizada geralmente de duas formas: manilhas em concreto armado ou alvenaria de bloco cerâmico furado, com suas juntas livres para uma melhor infiltração do efluente. Caso a escolha seja um sumidouro em concreto armado, é interessante introduzir aberturas nas manilhas para o líquido penetrar de forma mais eficiente no solo. Os terrenos arenosos apresentam boa capacidade de infiltração diminuindo as dimensões do sumidouro, já os terrenos argilosos, necessitam de sumidouros com maiores dimensões (FILHO, 2018).

2.2.3.2 Parâmetros de Projeto

Para dimensionamento do sumidouro é necessário utilizar os parâmetros de cálculo e recomendações contidas na NBR 13969 (1997), levando em consideração o

número de pessoas, a contribuição de despejos e a taxa máxima de aplicação diária. Ainda com base na norma mencionada acima, para dimensionar o sumidouro é necessário fazer o teste de percolação, que é um ensaio feito in loco para estimar a capacidade de infiltração no solo.

Segundo Junior e Neto (2011), as medidas do sumidouro são determinadas em função do volume do efluente do esgoto e a sua eficiência de absorção no solo (percolação), devendo ser considerada para cálculo, como superfície útil de absorção, exclusivamente as paredes laterais, muito embora exista uma absorção também pelo fundo. A capacidade útil é determinada a partir da geratriz inferior do tubo do esgoto até o fundo da fossa.

2.2.3.3 Operação e Manutenção

O volume de matéria orgânica que chega ao sumidouro é uma das razões determinantes no período de manutenção previsto. Com o decorrer do tempo, a superfície do solo em torno do sumidouro começa a ser preenchida, diminuindo a sua capacidade de infiltração. Caso ocorra deficiência na unidade, o solo colmatado ao redor do sumidouro deverá ser removido. Se possível, o emprego de outro sumidouro poderia evitar este tipo de colmatção. A simples exposição da superfície do sumidouro ao ar, sem chegar matéria orgânica, vai recuperando toda sua capacidade de infiltração do solo, através da eliminação das placas bacterianas (SILVA, 2004).

Segundo a NBR 13969 (1997), com um planejamento adequado, pode-se alcançar, não raras vezes, uma redução de até 50% no volume de esgoto. A vantagem da redução da quantidade de esgoto se estende a todas as alternativas técnicas de tratamento, mais em particular nos casos de sistemas de disposição final por valas de infiltração, sumidouros e canteiros de evapotranspiração.

3. CONCLUSÃO

De forma geral, os aspectos que foram levantados, analisados e produzidos na referente pesquisa de revisão bibliográfica, permitem afirmar a total importância e a necessidade da existência de infraestrutura para o tratamento ambientalmente correto dos resíduos líquidos sanitários que são gerados.

Os efluentes quando não tratados de forma correta, trazem prejuízos muita das vezes incalculáveis ao meio ambiente, podendo trazer riscos à saúde humana e de outros seres vivos, além de originar a proliferação de insetos e outros patogênicos condutores de doenças e contaminação ambiental.

É de suma importância utilizar e seguir as recomendações normativas para composição de unidades de tratamento, pois são elas que oferecem um conjunto de informações e ferramentas essenciais para a elaboração de um projeto eficiente e seguro. A exemplo do sistema individual, utiliza-se a NBR 7.229/1993 e NBR 13969/1997, que servem de horizonte para dimensionar um sistema alternativo, evitando-se o lançamento e a exposição do esgoto na superfície terrena.

Portanto, o presente trabalho, destacou pontos de fundamental importância, mostrando a necessidade de estabelecer um equilíbrio entre os aspectos ecológicos, econômicos e sociais, para que cada ser humano na terra tenha consciência da responsabilidade para com a preservação do meio ambiente.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229. **Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos**. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969. **Tanques Sépticos - Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos - Projeto, Construção e Operação**. Rio de Janeiro, 1997.

BRUSCHI, D. M.; MENEZES, D. O.; SILVINO, G.; NETO, A. C.; **Orientações Básicas para Operação de Estações de Tratamento de Esgotos – ETEs**. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte, 2006.

CAERN. COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS. **Figura de um Conjunto de unidade de tratamento de esgoto**. Rio Grande do Norte, 2014. Disponível em: <http://www.caern.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=12037&ACT=null&PAGE=0&PARM=null&LBL=null>. Acesso em: 10/09/2018.

CAMPOS, J. R. **Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo**. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 1999.

CESAN. COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO. **Tratamento de Esgoto**. Vitória/ES, 2013.

ENGEFORM CONSTRUÇÕES E COMÉRCIO. **Figura de uma Estação de Tratamento de Esgoto**. Disponível em: http://www.engeform.com.br/novosite/site/interna_area/id/33. Acesso em: 10/09/2018.

FUNASA, FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 4 ed. Brasília, 2006.

FUNASA, FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual de Orientações Técnicas para Elaboração de Propostas para o Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares – Funasa**. Brasília, 2014.

GRASSI, MARCO TADEU. **As águas do Planeta Terra**. Caderno Temático Química Nova na Escola, 2001.

HOLZ, SHEILA; MONTEIRO, TATIANA V. A. **Política de Habitação Social e o Direito a Moradia no Brasil**. Barcelona, 2008.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgoto Doméstico**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. v. 3. Rio de Janeiro, 1995.

JUNIOR, A. P. M.; NETO, H. F. R. **Sistema Individual de Tratamento de Esgoto - Fossa Séptica, Filtro Anaeróbio e Sumidouro uma Alternativa para o Tratamento Sanitário em Comunidades de Baixa Renda do Município de Belém**. Belém – PA, 2011.

MACINTYRE, A. J. **Instalações hidráulicas prediais e industriais**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

NOGUERA, JORGE ORLANDO CUELLAR. **Disciplina Abordagem das Questões Ambientais: Poluição Urbana, Ar e Resíduos Sólidos e Urbanos**. Panambi – RS, 2010.

SATCON, PAULO. **Alternativa de Baixo Custo para Minimizar o Caos Sanitário Instalado no Mundo**. São Paulo, 2014.

SCOTTÁ, J. **Avaliação e Otimização de uma Estação de Tratamento de Esgoto com Sistema Fossa e Filtro de um Município de Serra Gaúcha**. Rio Grande do Sul, UNIVATES, Nov/2015. 83p. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Virtual do Estado de São Paulo, 2015.

SILVA, G. H. **Sistema de Alta Eficiência para Tratamento de Esgoto Residencial – Estudo de Caso na Lagoa de Conceição**. Florianópolis, 2004.

SOUSA, C. S. S.; SOUSA, S. C. S.; ALVARES, A. M. **Diretrizes Normativas para o Saneamento Básico no Brasil**. Maranhão, 2014.

TARDIVO, MAURICIO. **Considerações sobre o Monitoramento e Controle dos Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos em Estações de Tratamento de Esgotos e Proposta para Sistema Integrado de Gestão com Enfoque Ambiental, Controle de Qualidade, Segurança e Saúde**. São Carlos – SP, 2009.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Foto de um Filtro Anaeróbio (corte e detalhamento). Disponível em: http://datateca.unad.edu.com/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_39_filtro_anaerobio.html. Acesso em: 12/09/2018.

VON SPERLING, MARCOS. **Introdução à Qualidade da Água e ao Tratamento de Esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. v. 1, 3 ed. Belo Horizonte, 2005.

VON SPERLING, MARCOS. **Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos – Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Universidade Federal de Minas Gerais. v. 2. Belo Horizonte, 1996.

DADOS DO AUTOR:

Engenheiro Civil e Tecnólogo em Petróleo e Gás com experiência na área industrial, petroquímica, construção civil e consultoria ambiental. Expertise na elaboração de laudos, projetos ambientais, arquitetônicos e complementares nos diversos softwares de engenharia.