

A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO E MANUTENÇÃO DE EFLUENTES RESIDENCIAIS: ESTUDO DE CASO NA REGIÃO DE ARACAJU-SE

José Carlos Silva júnior¹
Rogério Reginato Alves Nunes²
Caike Gama de Miranda³
Nayára Bezerra Carvalho⁴



RESUMO

O saneamento básico é composto de ações integradas de captar, tratar e distribuir; a água potável, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana, o manejo de resíduos sólidos. A cidade de Aracaju aos poucos vem implantando o sistema de esgotamento sanitário em seus bairros e para aqueles que não são servidos por esse sistema adota-se seis tipos diferentes de sistemas de tratamento para o esgoto residencial, que dependerá de fatores como profundidade do lençol freático, tipo de solo e localidade, para determinar o sistema que será instalado. Contudo, esses sistemas necessitam de manutenção que muitas vezes é negligenciada pelos proprietários dos imóveis que desconhecem essa necessidade ou a forma correta que a mesma deve ser feita, e que tem como objetivo evitar consequências danosas aos proprietários e a população de um modo geral. Neste contexto, este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica dos sistemas de tratamento de esgoto residencial utilizados em Aracaju para as áreas não servidas de sistema de esgotamento sanitário apresentando as peculiaridades de cada sistema e ressaltando como deve ser feita a correta manutenção que é pouco conhecida e a sua importância tanto para os proprietários quanto para a população.

PALAVRAS – CHAVE

Saneamento básico, Sistemas de tratamento, Manutenção dos sistemas.

ABSTRACT

Sanitation consists of integrated actions to capture, treat and distribute; drinking water, sewage, urban cleaning, solid waste management. The city of Aracaju gradually been implementing the sewage system in their neighborhoods and for those who are not served by this system is adopted six different types of treatment systems for domestic sewage, which will depend on factors such as depth of water table, soil type and location to determine the system that will be installed. However, these systems require maintenance that is often neglected by property owners who are unaware of the need or the right way that it should be done, and which aims to avoid harmful consequences to the owners and the population in general. In this context, this work presents a literature review of residential wastewater treatment systems used in Aracaju for areas not served by sanitary sewer system showing the peculiarities of each system and pointing out how it should be done the proper maintenance which is little known and It is important both for the owners and for the population.

KEYWORDS

Sanitation. Treatment Systems. Maintenance Systems.

1 INTRODUÇÃO

Desde o momento que o homem começou a viver em comunidade, ele passou a se preocupar com a coleta das águas provenientes dos esgotos sanitários. O esgotamento sanitário foi se desenvolvendo ao longo dos anos, onde o crescimento desordenado e sem planejamento de cidades, foram responsáveis por epidemias de peste e cólera que assolaram essas cidades por não terem medidas de saneamento adequadas. Isto fez com que a disposição final dos esgotos ganhasse atenção e as pesquisas e medidas saneadoras sendo adotadas e desenvolvidas por diversos países do mundo, no intuito de evitar cada vez mais as doenças.

No início do século XX o Brasil adotou o sistema separador absoluto no qual os esgotos sanitários e as águas de chuvas são conduzidos ao seu destino final em canalizações distintas. Em Aracaju, esse sistema passou a ser adotado em 1912 quando foi implantado o sistema de esgotamento apenas na parte central da cidade. Sistema que pouco foi ampliado nos anos seguintes o que somente aconteceu a partir de 1984 e que ainda vem sendo implantado lentamente.

Como o sistema não acompanhou o crescimento da cidade e com a necessidade de solução para dispor dos dejetos, foram adotadas solução individuais para o tratamento de esgoto residencial em Aracaju, como a tanque séptico e sumidouro, tanque e vala de infiltração, tanque e filtro anaeróbico e o digestor anaeróbico de fluxo ascendente, que ainda são utilizados para as áreas que ainda não dispõe de sistema de coleta de esgoto.

Os sistemas de tratamento de esgoto residencial, como todos os sistemas, necessitam de uma manutenção, seja a corretiva, preventiva, preditiva ou detectiva para que mantenham a sua funcionalidade, pois como parte de uma edificação esses sistemas são projetadas para atender os usuários durante muitos anos. Entretanto, existe a falta de conhecimento dos proprietários e daqueles responsáveis pela manutenção, que não conhecem o procedimento correto de fazê-la bem como das consequências de sua ausência, como redução da sua vida útil, presença de odores, entupimento do sistema, presença de insetos, contaminação das águas que recebem os efluentes entre outros.

Foi essa falta de conhecimento por parte da população aracajuana sobre importância da correta manutenção dos sistemas de tratamento de esgoto residencial em Aracaju que motivou a escolha do tema deste trabalho, que visa contribuir para que os usuários conheçam a necessidade da manutenção, a sua importância e a forma correta de fazê-la. Dessa maneira, utilizou-se a pesquisa bibliográfica que tem como principal objetivo estudar, descrever e exemplificar os sistemas de esgotamento residencial da cidade de Aracaju, referenciado a respeito da correta manutenção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SANEAMENTO BÁSICO

O saneamento básico pode ser entendido como ações integradas que envolvem as diferentes fases do ciclo da água, compreendendo a captação da água, o seu tratamento, adução e distribuição, concluindo o ciclo com o esgotamento sanitário e a efluência industrial (BARROSO, 2002). A Lei nº 11.445/2007, conhecida como Lei do Saneamento Básico, define o que é saneamento básico:

[...]

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - saneamento básico: conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do

lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

Essa lei determina que os governos municipais tomem as providências cabíveis para que possam oferecer à população condições dignas de saneamento básico. Dessa maneira, o saneamento básico é compreendido como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem de águas pluviais. Localidades que têm todos os itens de saneamento básico atendidos é considerada como um local com uma expectativa de vida maior comparadas a outras localidades que o saneamento básico é deficiente, onde a população fica vulnerável ao risco de se contaminar por algumas epidemias, já que a qualidade do ar, de solo e da água são comprometidas.

2.2 ESGOTO SANITÁRIO

A NBR 9648:1986 define o esgoto sanitário como o despejo líquido constituído de esgoto doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. O esgoto doméstico é aquele que provém principalmente de residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou quaisquer edificações que dispõe de instalações de banheiros, lavanderias e cozinhas, sendo composto essencialmente de água de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem.

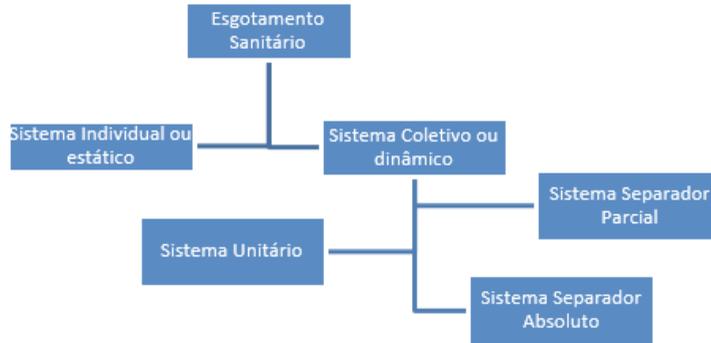
O esgoto doméstico é basicamente um líquido, isso faz com que suas propriedades físicas sejam as mesmas da água e, portanto, suas reações à ação de forças externas também são as mesmas (NUVOLARI, 2003). A temperatura do esgoto é, em geral, pouco superior a das águas de abastecimento, que ocorre por causa do processo de decomposição que produz energia e também gases que geram odor. A decomposição também é responsável pela cor e turbidez da água, sendo que a tonalidade acinzentada acompanhada de alguma turbidez é típica do esgoto fresco e a tonalidade escura típica de esgoto velho (FUNASA, 2006).

As características químicas do esgoto doméstico possuem matéria orgânica e matéria inorgânica. O grupo de substâncias orgânicas são constituídos por compostos de proteína (40% a 60%), carboidratos (25% a 50%), gorduras e óleos (10%), ureia, sulfetos, fenóis etc. Já as substâncias inorgânicas são formadas, principalmente, pela presença de areia e de substâncias minerais dissolvidas (FUNASA, 2006).

3 SISTEMAS DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Os sistemas de esgotamento sanitário podem ser compreendidos no Fluxograma 1:

Fluxograma 1 – Sistema de esgoto sanitário

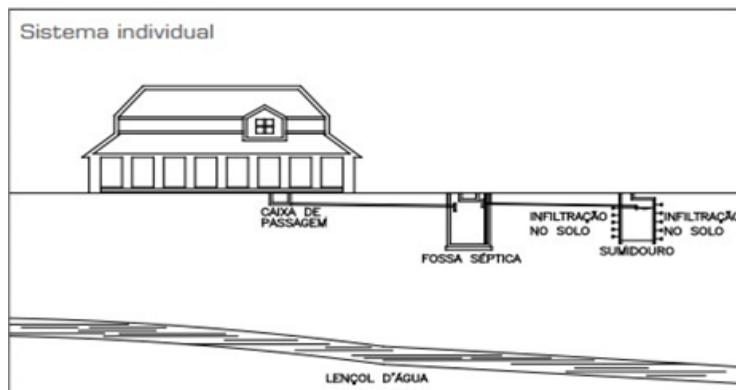


Fonte: Autores.

O sistema de esgotamento sanitário é dividido pela doutrina em sistema individual ou estático e sistema coletivo ou sistema, divisão esta defendida por doutrinadores como, por exemplo, Von Sperling (2014).

O sistema individual ou estático é o que pressupõe a solução local, individual ou para poucas residências próximas entre si e que consiste no lançamento de excretas ou de esgotos gerados por uma ou poucas unidades residenciais, usualmente envolvendo infiltração no solo. É o caso, por exemplo, de residências que utilizam o sistema fossa séptica e sumidouro como representado na Figura 1:

Figura 1 – Sistema individual composto por fossa e sumidouro



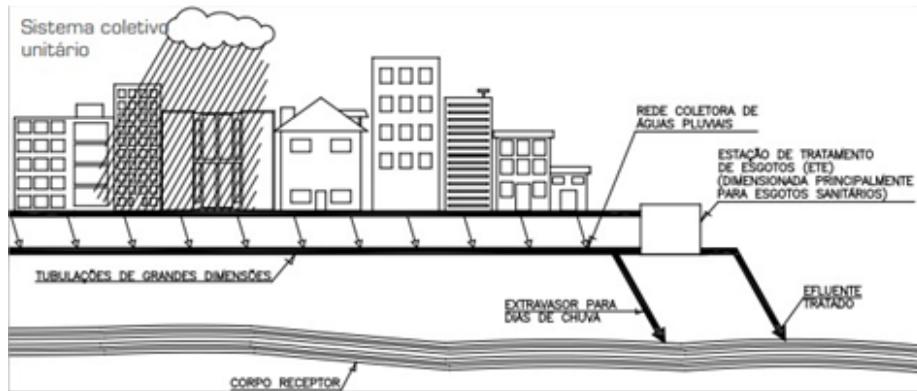
Fonte: Processos de tratamento de esgotos: guia do profissional em treinamento.

O sistema coletivo ou dinâmico consiste em canalizações que recebem o lançamento dos esgotos, transportando-os ao seu destino final que, geralmente podem ser

uma estação de tratamento e posteriormente a um corpo receptor. Esse sistema, de acordo com as espécies de líquidos que deverão ser esgotados, se divide em três: o sistema unitário ou combinado, o sistema separador absoluto e o sistema separador parcial.

O sistema unitário ou combinado promove o afastamento conjunto do esgoto doméstico, das águas residuais das indústrias, das águas de infiltração e das águas pluviais em um único sistema de canalizações (GRACEZ, 2013). Assim, os esgotos sanitários e as águas de chuva são conduzidos ao seu destino final, dentro da mesma canalização (VON SPERLING, 2014), conforme se observa na Figura 2:

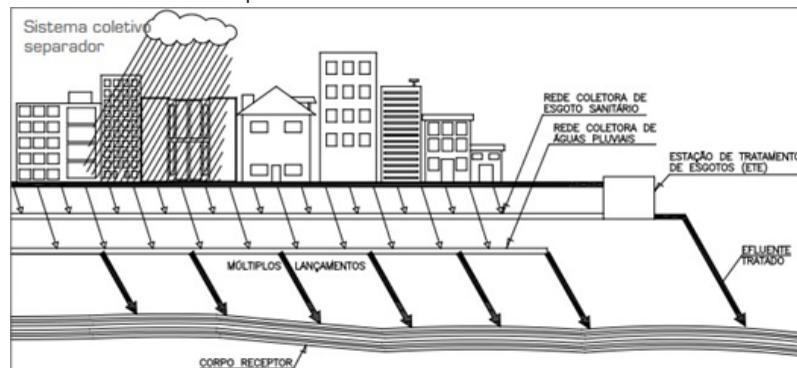
Figura 2 – Sistema coletivo unitário



Fonte: Processos de tratamento de esgotos: guia do profissional em treinamento.

O sistema separador absoluto, segundo Gracez (2013) apresenta dois sistemas distintos de canalizações: um destinado exclusivamente às águas pluviais e outro ao conjunto de esgoto doméstico, águas residuais das indústrias e águas de infiltração, isto é, os esgotos sanitários e as águas de chuvas são conduzidos ao seu destino final em canalizações distintas, sendo esta uma diferenciação do sistema unitário, conforme se observa da Figura 3 e uma solução mais conveniente devido à necessidade de diâmetros menores para as tubulações do sistema unitário, que só transportarão esgoto sanitário.

Figura 3 – Sistema coletivo separador absoluto



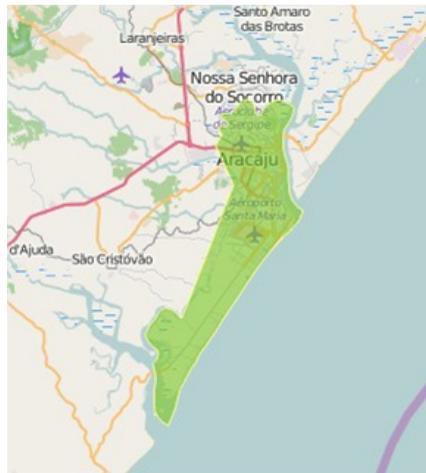
Fonte: Processos de tratamento de esgotos: guia do profissional em treinamento.

O sistema separador parcial (ou misto) é a combinação dos dois sistemas precedentes. Geralmente é projetado para funcionar como sistema unitário para as chuvas moderadas, normais. Canalizações suplementares são previstas para receberem e esgotarem, separadamente, os volumes dos grandes temporais.

4 PRINCIPAIS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO RESIDENCIAL UTILIZADOS EM ARACAJU

Aracaju, capital de Sergipe, ocupa uma área de 181,857 Km² e faz divisa com os municípios de Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão, sendo banhada pelo Rio Sergipe. No último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a população era de 571.149 habitantes, possuindo uma densidade demográfica de 3.140,65 hab/km², com uma previsão de 648.939 habitantes para 2018 (IBGE, 2018). A Figura 4 mostra a área que é ocupada no estado de Sergipe pela capital Aracaju.

Figura 4 – Mapa de Aracaju



Fonte: Brasil (2010).

O sistema separador absoluto no qual os esgotos sanitários e as águas de chuvas são conduzidos ao seu destino em canalizações distintas, foi implementado em Aracaju no ano de 1912, quando foi feito o sistema de esgotamento apenas na parte central da cidade, foi ampliado em 1914. Sua ampliação significativa somente aconteceu a partir de 1984, onde a capital contava com 345 mil habitantes, sendo que apenas 6,0% era atendida (SANTANA, 2014), ainda vem sendo implantado lentamente atualmente. Como o sistema não acompanhou o crescimento da cidade e com a necessidade de solução para dispor dos dejetos, foram adotadas solução individuais para o tratamento de esgoto residencial em Aracaju.

Em 2013, a cobertura esgotamento sanitário passou de cerca 30% para mais de 60%, em 2017. Foram colocados em operação os sistemas de esgotamento sanitário

dos bairros Farolândia, Augusto Franco, Coroa do Meio, Atalaia e Grageru, além da Zona de Expansão (Aruana, Beira Mar, Aeroporto, dentre outros), beneficiando uma população de aproximadamente 85 mil habitantes e contribuindo significativamente para a despoluição dos rios Sergipe e Poxim (IBGE, 2017).

A importância e a necessidade de tratamento do esgoto doméstico levou a necessidade de adotar em bairros não servidos pelo sistema de esgotamento sanitário, o sistema de tanque séptico, associado a unidades complementares de tratamento e/ou disposição final de efluentes e lodo. Utiliza-se hoje em Aracaju os sistemas: tanque e sumidouro, tanque e vala de infiltração, tanque e filtro anaeróbio, assim como o Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente (DAFA) dependendo sempre das características do local onde serão implantados.

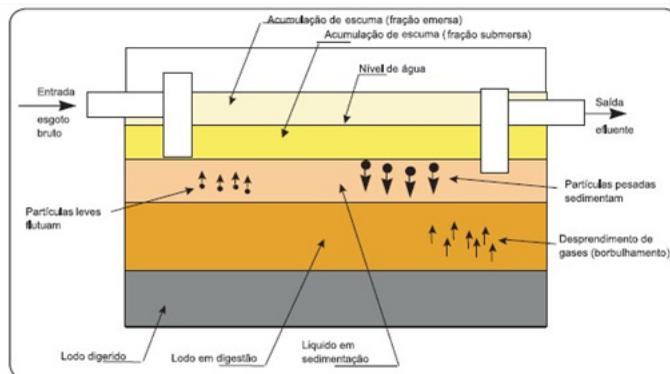
4.1 TANQUE SÉPTICO

De acordo com a NBR 7229 (1993, p. 2) a definição para tanques sépticos é: “unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão”. O sistema pode ser construído dos mais diversos materiais, desde que impermeáveis, duráveis e não demasiado sujeito a corrosão, sendo mais usado o concreto (GRACEZ, 2013).

Jordão e Pessoa (2009) definem que os tanques sépticos são unidades de tratamento de esgoto que recebem os efluentes de um ou mais domicílios, tratando-os com um grau de eficiência compatível com sua simplicidade e custo. Constituem-se câmaras convenientemente dimensionadas e construídas de modo a reter o esgoto por um período pré-estabelecido de modo a permitir a decantação dos sólidos e a retenção de material graxo contido nos esgotos transformando-os por meio de processos físicos químicos e biológicos em compostos mais simples e estáveis.

A Figura 5 representa o corte de um tanque séptico retangular, apresentando as tubulações de entrada e saída de efluentes, bem como ocorre o processo no seu interior com a acumulação do lodo digerido no fundo e da espuma na superfície.

Figura 5 – Funcionamento geral de um tanque séptico



Fonte: ABNT-NBR n° 7.229/1993.

Fonte: Manual Saneamento FUNASA.

O volume total da fossa é a somatória dos volumes de sedimentação, digestão e de armazenamento e pode ser calculada pela expressão:

$$V = 1.000 + N (C \cdot Td + K \cdot Lf)$$

Onde:

V = volume único em litros

N = nº de pessoas ou unidades de contribuição;

C = contribuição de despejos, em litros/pessoas x dia ou litros/unidades x dia (valores tabelados);

Td = tempo de detenção, em dias (valores tabelados);

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (valores tabelados);

Lf = contribuição de lodo fresco, em litros/pessoa x dia ou litro/unidade x dia (valores tabelados).

A fossa é dimensionada com base nas diretrizes traçadas pela NBR 7229:1993 que leva em consideração: número de pessoas ou unidades de contribuição, contribuição de despejos, período de detenção, taxa de acumulação de lodo digerido em dias e contribuição de lodo fresco. O volume de esgotos que pode convergir para um tanque séptico depende do número de pessoas contribuintes, sendo a contribuição de despejos um dado intimamente relacionado à cota de água distribuída que varia conforme fatores de consumo (GRACEZ, 2013), por esse motivo a NBR traz os valores de contribuição tabelados, por se considerar nos cálculos os valores médios.

Segundo Nuvolari (2003 apud BATALHA, 1986) fatores como: permeabilidade do solo, inclinação do terreno, profundidade do lençol freático, variação do fluxo de esgoto etc., são usualmente considerados na seleção da técnica e do local mais adequado para disposição e/ou tratamento desses efluentes.

4.2 TANQUE SÉPTICO E SUMIDOURO

O sistema de esgoto sanitário composto por tanque séptico e sumidouro é muito utilizado principalmente em bairros como Coroa do Meio, Atalaia e na Zona de Expansão, em Aracaju. Trata-se de um sistema antigo em que os efluentes da fossa têm como destino final o solo, são construídos com paredes de alvenaria de tijolos, convenientemente furadas, devendo ter no fundo, enchimento de cascalho, coque ou brita nº 3 ou 4 (FUNASA, 2006). Para GRACEZ (2013) o poço absorvente é uma solução bastante indicada para o problema do destino do efluente de fossas sépticas, pelo seu baixo custo e por não exigir grandes áreas de terreno.

Os locais de infiltração são preparados em escavações enterradas, preenchidas com um meio poroso (SPERLING, 2014). Segundo a NBR 13969:1997 o uso de sumidouros é favorável somente nas áreas onde o aquífero é profundo para que possa garantir a distância mínima de 1,50m (exceto areia) entre o seu fundo e o nível aquífero, além da capacidade de percolação dele, que exerce influência fundamental na remoção eficiente dos agentes patogênicos e de fósforo.

Para o dimensionamento dos sumidouros deve ser considerada a capacidade de absorção do solo e volume de contribuição diária em litros/dia, considerando-se como área de absorção útil aquela dada pelas paredes do poço, não sendo levada em conta, o fundo, pois este muito rapidamente se colmata (GRACEZ, 2013). A área de infiltração necessária em m^2 para o sumidouro é calculada pela fórmula:

$$A = \frac{V}{C_i}$$

Onde:

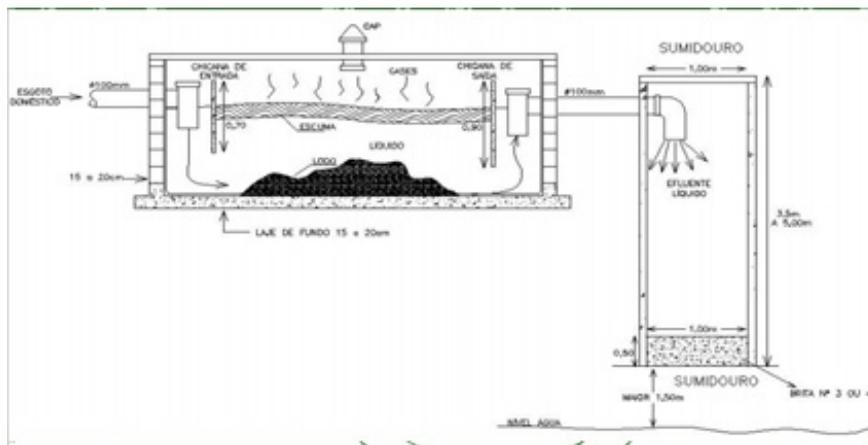
A = área de infiltração em m^2 (superfície lateral);

V = Volume de contribuição diária litros/dia, que resulta da multiplicação do número de contribuintes (N) pela contribuição unitária de esgotos (C) (valor tabelado);

C_i = coeficiente de infiltração ou percolação (litros/ m^2 x dia)

A Figura 6 representa em corte o funcionamento do sistema tanque séptico e sumidouro no qual o efluente líquido proveniente do tanque é lançado no sumidouro que é o seu destino.

Figura 6 – Corte de um sistema tanque séptico e sumidouro



Fonte: <http://www.comitesm.sp.gov.br>

Já a Figura 7 mostra a construção do sistema acima representado para uma residência familiar em local que não dispõe de sistema de coleta de esgoto. Para o tanque séptico optou-se pela forma retangular e o sumidouro optou-se pela forma circular em anéis pré-moldados de concreto.

Figura 7 – Construção do sistema fossa e sumidouro (a) e sistema fossa e filtros tampados após a construção (b)



Fonte: Autores

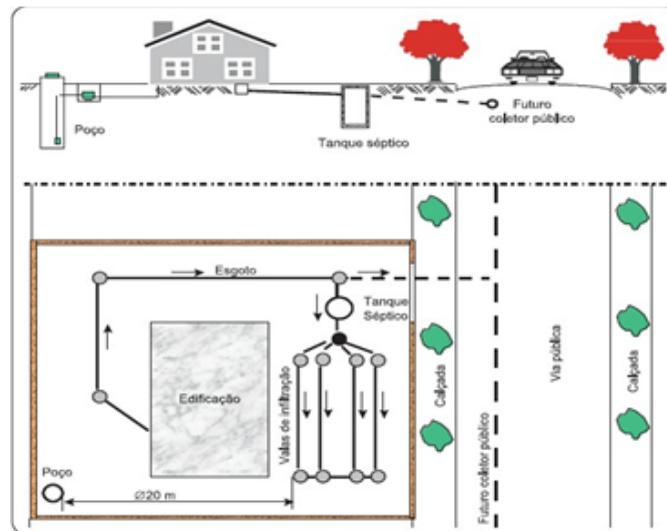
4.3 FOSSA E VALA DE INFILTRAÇÃO

Outro sistema de infiltração superficial utilizado em Aracaju para a disposição final dos efluentes das fossas sépticas é a vala de infiltração (FIGURA 8), também conhecida como irrigação superficial, que consiste em conjunto de canalizações assentadas sob condições que permitam a dispersão do efluente nas camadas superficiais do solo, o qual é absorvido e a matéria orgânica, nele presente, é estabilizada (GRACEZ, 2013).

Conforme a NBR 13.969:1997 a vala de infiltração deve ser empregada em locais com boa disponibilidade de área e não é recomendada onde o solo é saturado de água, devendo ser mantida uma distância mínima vertical entre o fundo da vala e o nível máximo da superfície do aquífero de 1,5 m. Alguns fatores são determinantes para o projeto, como: características do solo onde será instalado, nível máximo do aquífero, manutenção da condição aeróbia no interior da vala, distância mínima do poço de captação de água, processo construtivo, alternância e índice pluviométrico.

O dimensionamento da vala de infiltração é feito da mesma maneira que o dimensionamento do sumidouro, entretanto, a área encontrada se refere apenas ao fundo da vala (FUNASA, 2006).

A Figura 8 mostra o esquema de uma residência unifamiliar composta pelo sistema tanque séptico e vala de infiltração.

Figura 8 – Esquema do sistema tanque séptico e valas de infiltração

Fonte: Manual Saneamento FUNASA.

As valas de infiltração são construídas lado a lado e utilizam uma área maior do que seria utilizada para o sumidouro. Em seu dimensionamento, as valas devem ser escavadas em terreno, com profundidade entre 0,60m e 1,0m, largura máxima de 1,00m, assentadas em tubos de drenagem de no mínimo 100mm de diâmetro; a tubulação deve ser envolvida em material filtrante apropriado, deve existir pelo menos duas valas de infiltração para disposição do efluente de um tanque séptico.

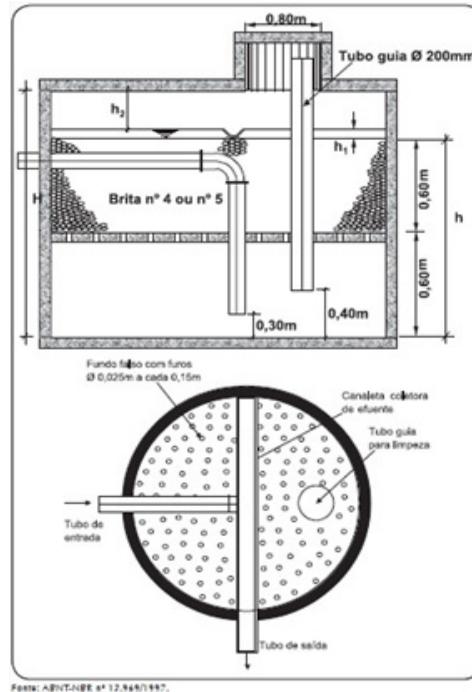
4.4 FOSSA E FILTRO ANAERÓBIO

O sistema fossa e filtro anaeróbico é uma solução adotada para o tratamento de esgoto sanitário em Aracaju e, principalmente para locais de grande produção de esgoto, como edifícios residenciais ou empresariais.

Conforme definido pela NBR 13969:1997 o filtro anaeróbico ou filtro biológico de leito fixo com fluxo ascendente é um reator biológico com esgoto em fluxo ascendente, composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meio filtrante submersos, onde atuam microrganismos anaeróbios, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. No filtro anaeróbico o esgoto é depurado por meio de microrganismos não aeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante.

Deve-se ressaltar que caso não seja possível a construção do fundo falso, todo o volume do leito pode ser preenchido por meio filtrante, sendo que nesse caso o esgoto afluente deve ser introduzido até o fundo, a partir do qual é distribuído sobre todo o fundo do filtro por meio de tubos perfurados. A Figura 10 demonstra um corte de um filtro anaeróbico de fundo falso com as suas partes constituintes:

Figura 9 – Corte de um filtro anaeróbio de fundo falso



Fonte: Manual Saneamento FUNASA

O processo consiste em fazer passar o esgoto previamente decantado em uma camada fixa de material filtrante que constituem o suporte para o desenvolvimento de bactérias, protozoários e outros organismos responsáveis pela aglomeração e oxidação, sendo que a depuração pela filtração biológica não é devida à ação mecânica de filtrar e sim está associada ao desenvolvimento de bactérias e à formação de películas gelatinosas ativas no material filtrante (brita nº 4 ou nº 5), responsáveis pela degradação da matéria orgânica (GRACEZ, 2013).

Dentre algumas das vantagens da utilização de filtros anaeróbios estão a dispensabilidade de fonte de energia externa e recirculação de lodo, baixa produção de lodo e relevante remoção de material orgânico dissolvido. As desvantagens desse sistema são poucas, efluentes podem ter excesso de microrganismos patogênicos, entupimentos, entre outros (ÁVILA, 2005).

Para dimensionamento do filtro anaeróbio a NBR 13969, prevê os seguintes critérios:

Para cálculo do volume útil (V) deve-se utilizar a fórmula:

$$V = 1,60 \cdot N \cdot C \cdot T$$

Onde:

V = volume útil do leito filtrante em litros;

N = número de contribuintes;

C = contribuição de despejos, em litros x pessoa/dia

T = tempo de detenção hidráulica, em dias;

Para cálculo da seção horizontal (S) deve-se utilizar a fórmula:

$$S = \frac{V}{1,80}$$

Onde:

V = volume útil calculado em m³;

S = área da seção horizontal em m².

Figura 10 – Filtro anaeróbio em construção (a), fundo falso de filtro anaeróbio (b) e colocação de brita que servirá de material filtrante em um filtro anaeróbio (c) no Condomínio Bellagio Aracaju



Fonte: Autores.

O filtro pode ter forma cilíndrica ou retangular, podendo ser construído em concreto armado, plástico de alta resistência ou em fibra de vidro, conforme determinação da NBR 13969:1997. Os efluentes do sistema fossa e filtro anaeróbio permitem uma boa redução da matéria orgânica, sendo esse mais comum na cidade de Aracaju.

4.5 DIGESTOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE – DAFA

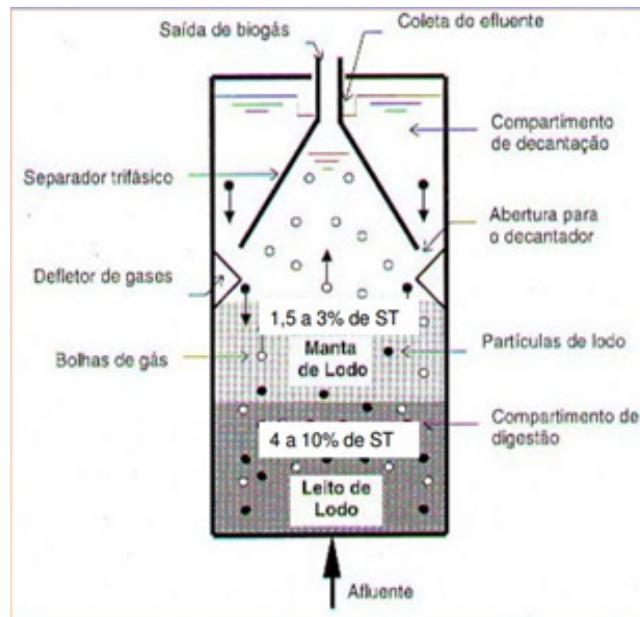
O digestor anaeróbio de fluxo ascendente (DAFA) é outro método que vem sendo adotada nos últimos anos no Brasil e em Aracaju para tratamento dos esgotos especialmente para pequenas populações, como edifícios residenciais ou condomínio de casas.

Sua característica é efetuar a função de fossa e o filtro anaeróbico em um único sistema, porém necessitando sempre de uma solução para a destinação final do efluente.

O DAFA consiste em uma coluna de escoamento ascendente, composta de uma zona de digestão, outra de sedimentação e o dispositivo separador de fases gás-sólido-líquido. O esgoto é distribuído pelo fundo do reator por onde flui, seguindo uma trajetória ascendente, até encontrar a manta de lodo, que é um leito de sólidos em suspensão onde ocorre a decomposição do substrato orgânico pela ação de organismos anaeróbios em biogás rico em metano. No topo do reator deve ser instalado um sistema separador de fases, sólido, líquido e gás, de forma a conseguir que o efluente tratado saia por um lado, o biogás por outro e que o lodo sólido seja retido no interior do tanque, de forma eficiente (LEGNER, 2015).

A Figura 11 demonstra o corte padrão de um DAFA com os seus componentes.

Figura 11 – Corte de uma DAFA onde temos a zona de digestão na sua parte inferior e o separador trifásico na parte superior.

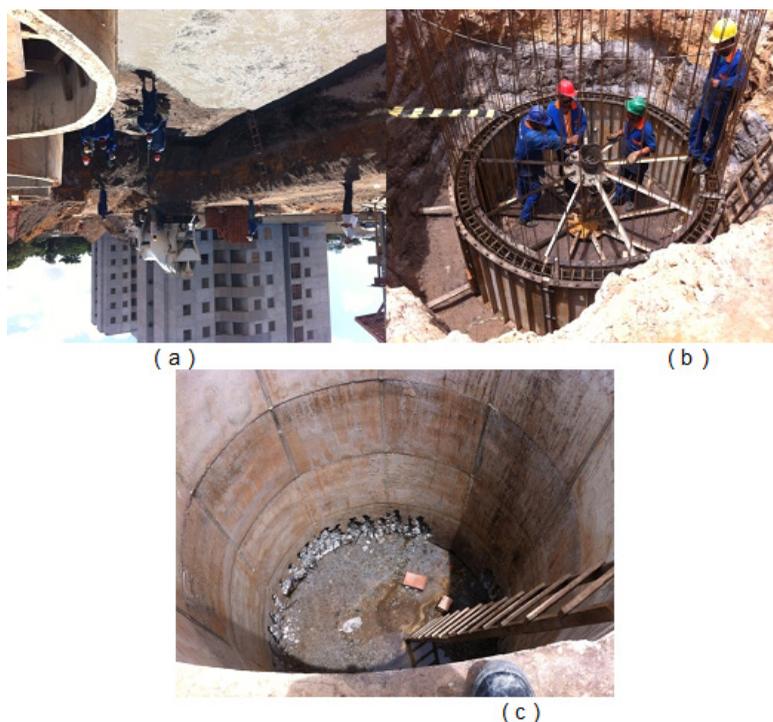


Fonte: Manual Saneamento FUNASA.

O dimensionamento do DAFA é feito levando em consideração a carga hidráulica e não a carga orgânica como nos outros sistemas, pois a velocidade ascendente do afluente, que não pode ser muito alta, pois diminuiria a perda de biomassa do sistema, reduzindo a sua estabilidade.

Nuvolari (2003) ressalta que o DAFA opera em áreas bastante reduzidas, tornando-se atrativo quando comparado com lagoas anaeróbias, em especial tratando efluentes de alta carga orgânica, sendo um sistema eficiente e que ocupa pouco espaço. A Figura 13 mostra a construção do sistema DAFA seguido por filtro anaeróbico no Condomínio Bellagio em Aracaju. O sistema é composto por três DAFA e um filtro anaeróbico.

Figura 12 – a. Construção do filtro anaeróbio que atenderá três DAFAS; b - construção da base de um DAFA; c - vista superior de um DAFA, no Condomínio Bellagio Aracaju



Fonte: Autores.

5 MANUTENÇÃO NOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO

5.1 CONCEITO DE MANUTENÇÃO

Segundo a NBR 5674:1999 que trata sobre o procedimento de manutenção de edificações, a manutenção é entendida como o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes e atender as necessidades e segurança dos seus usuários.

Conforme Corrêa Vieira, Moya e Souza (apud ARAUJO, 2004) tanto o sistema predial hidráulico quanto o sanitário apresentam falhas nas etapas relativas à geração (concepção, projeto e execução), uso e operação dos mesmos, tornando-se importante a manutenção em seus mais diversos tipos que serão abaixo apresentados para a detecção dessas falhas e a sua possível correção.

5.2. TIPOS DE MANUTENÇÃO

Segundo Kardec e Nascif (2013), existem cinco tipos básicos de manutenção: Manutenção Corretiva Não Planejada, Manutenção Corretiva Planejada, Manutenção

Preventiva, Manutenção Preditiva e Manutenção Detectiva; que atuam desde a restauração emergencial até as melhorias.

5.2.1 Manutenção Corretiva

Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane ou de uma falha destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida, conforme a NBR 5462:1994. Para Razêra (2007 apud Gomide; Neto; Pajudas, 2006) é a atividade que visa à reparação, caracterizada por serviços planejados ou não, a fim de corrigir falhas, implicando, necessariamente, a paralisação de um sistema.

A Manutenção Corretiva não Planejada ou Emergencial é caracterizada pela atuação da manutenção em um fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor do que esperado. A Corretiva Planejada é a ação de correção do desempenho menor do que o esperado baseado no acompanhamento de parâmetros de condição e diagnósticos levados a efeito pela manutenção preditiva, detectiva ou inspeção (KARDEC; NASCIF 2013).

5.2.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva consiste no serviço de inspeção sistemática, ajustes, conservação e eliminação de defeitos, visando evitar falha e tem o caráter preventivo de intervir em máquinas e equipamentos antes da ocorrência de uma falha. São intervenções realizadas sistematicamente, a intervalos de tempos fixos, independente da condição do equipamento e, portanto, não implicam na sua interrupção ou parada inesperada (RAZÊRA, 2007).

Esse tipo de manutenção tem como objetivo evitar a ocorrência de falhas, sendo o tipo de manutenção que mais se aplica aos sistemas de tratamento de esgoto, pois deve ser realizada em intervalos predeterminados e um dos critérios de dimensionamento dos sistemas aqui abordados é exatamente o tempo de acúmulo de lodo no sistema que influencia no seu desempenho.

5.2.3 Manutenção Preditiva

Também conhecida como Manutenção sob Condição ou Manutenção com Base no Equipamento, consiste em intervir na máquina para mantê-la com desempenho aceitável apenas na iminência de uma falha, que é determinada por meio do monitoramento de algumas características do equipamento, tais com: temperaturas de operação, vibração, hora de funcionamento, conforme Razêra (2007).

Esse tipo de manutenção permite garantir uma qualidade do serviço desejado, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir o mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva

5.2.4 Manutenção Detectiva

Para Razêra (2007 apud GOMIDE; NETO; PUJADAS, 2006) é a atividade que visa apurar a causa do problema e falhas para sua análise, auxiliando no plano de manutenção. É a engenharia de manutenção ou a manutenção proativa, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal da operação ou manutenção.

Portanto a manutenção detectiva, resumidamente, visa apurar as causas básicas das falhas para fornecer *feedback* ao projeto e à própria Manutenção, no intuito de aprimoramento (RAZÊRA, 2007 apud GOMIDE; NETO; PUJADAS, 2006). Corrêa Vieira, Moya e Souza (apud GRANATO, 2004) ressaltam que a inspeção, avaliação e o diagnóstico das patologias nas construções são tarefas que devem ser realizadas sistematicamente e periodicamente no intuito de que os resultados e as ações de manutenção cumpram efetivamente a função de reabilitação do sistema.

5.3 PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO

Todo sistema de tratamento de esgoto residencial possui a ele conjugado um sistema predial de esgoto sanitário que é o conjunto de tubulações e acessórios destinados a coletar e transportar o esgoto sanitário, conforme definição da NBR 8160:1999. As tubulações e acessórios, assim como os próprios sistemas de tratamento de efluentes, necessitam de manutenção para manter-se em perfeito funcionamento, com o objetivo de detectar defeitos que venham a ocorrer em função do uso indevido e ao próprio tempo de uso das instalações.

5.3.1 Manutenção das Tubulações

Por vezes, as tubulações sofrem entupimento em decorrência de objetos estranhos que são jogados nos vasos, como cigarro, cotonete, peças íntimas, cabelos etc., assim como a ocorrência de incrustação devido à gordura, que passa pelas tubulações por não ter sido detida na caixa de gordura, ou porque ela está muito cheia ou sem a devida manutenção, fatores dos quais podem comprometer tanto sistema predial de esgoto quanto o sistema de tratamento do imóvel, gerando grandes gastos com manutenção, conforme Cartilha de Esgotamento sanitário (2008).

Por estarem enterradas a manutenção que é aplicada as tubulações é a corretiva, seja ela a planejada ou a emergencial. Para a desobstrução das tubulações pode ser utilizado equipamento simples como rolo de aço ou equipamentos mais complexos como os que utilizam o hidrojateamento ou vácuo. O acesso às tubulações é feito, geralmente, pelas caixas de inspeções, que conforme a NBR 8160:1999, é uma caixa destinada a permitir a inspeção, limpeza, desobstrução e direção das tubulações.

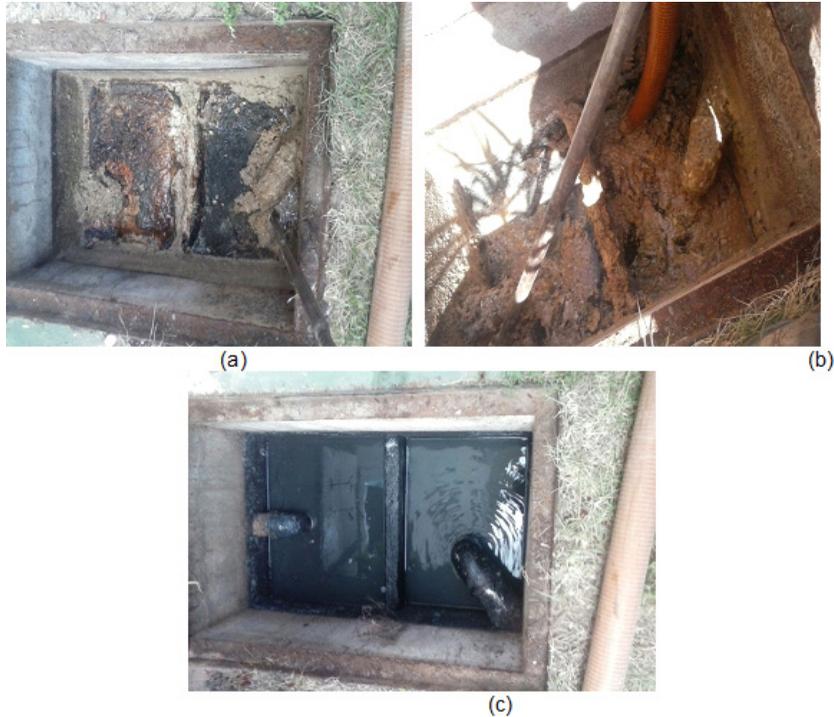
5.3.2 Manutenção dos Acessórios

O principal acessório do sistema predial de esgoto sanitário que merece cuidado e atenção especial quanto a manutenção é a caixa de gordura, que é a caixa destinada a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede, obstruindo-a, conforme a NBR 8160:1999.

Nessa perspectiva, deve sempre ser feita a inspeção periódica para verificar as condições da caixa de gordura, verificando se ela já está no seu limite, necessitando

ou não de limpeza, que deve ser feita, retirando os sólidos existentes, com a utilização de balde ou mangote ligado a uma bomba de sucção. A Figura 14 mostra uma caixa de gordura localizada no Condomínio Pátio Coroa do Meio em Aracaju.

Figura 13 – a - Caixa de gordura entupida; b - limpeza de caixa de gordura utilizando mangote e bomba de sucção; c – caixa de gordura após procedimento de limpeza, no Condomínio Pátio Coroa do Meio



Fonte: Autores.

A NBR 8160:1999 determina que as tampas dos dispositivos de inspeção sejam removíveis, ofereça fechamento hermético e que as da caixa de gordura tenham vedação adequada. O objetivo do fechamento e da vedação é evitar a penetração de insetos, pequenos animais, águas de lavagem de pisos ou pluviais, evitar o mau cheiro em ambientes, em decorrência de trincas ou quebras em suas tampas de concreto, sendo feita a manutenção preditiva no intuito de estar sempre verificando as condições das tampas (CORRÊA VIEIRA; MOYA; SOUZA apud CARVALHO JR, 2013).

Na Figura 15 é possível ver a deterioração de tampas de dispositivos de inspeção localizada no Condomínio Pátio Coroa do Meio em Aracaju que permitem a ocorrência de mau cheiro bem como a penetração de insetos.

Figura 14 – Tapa de caixa de gordura deteriorada fora das normas da NBR, Condomínio Patio Coroa do Meio



Fonte: Autores.

5.3.3 Manutenção Tanque Séptico

A manutenção do tanque séptico deve ser em intervalos de limpeza previsto em projeto, que pode ser encurtado ou alongado a depender da variação de vazões efetivas de trabalho com relação as estimadas. Como também, manutenção preditiva no sentido de estar sempre monitorando a presença de sólidos sedimentáveis, visíveis a olho nu, que é indício de que a capacidade deste já está ultrapassada e que necessita, portanto, de urgente limpeza (GRACEZ, 2013).

A operação de limpeza, consiste em esvaziar o conteúdo do tanque por bombeamento, utilizando um mangote de sucção e uma bomba de recalque. Para a retirada do lodo acumulado no fundo, o mangote deve ser inserido até o fundo do tanque onde deverá sugar o lodo existente, devendo observar que aproximadamente 10% de seu volume devem ser deixados no interior do tanque, de modo a facilitar o início da digestão quando o sistema entrar novamente em funcionamento, além disso, antes de qualquer operação as tampas devem ficar abertas por no mínimo 5 minutos ou tempo suficiente para a remoção de gases tóxicos ou explosivos, de acordo com a norma NBR 7229:1993.

5.3.4 Manutenção Filtro Anaeróbio

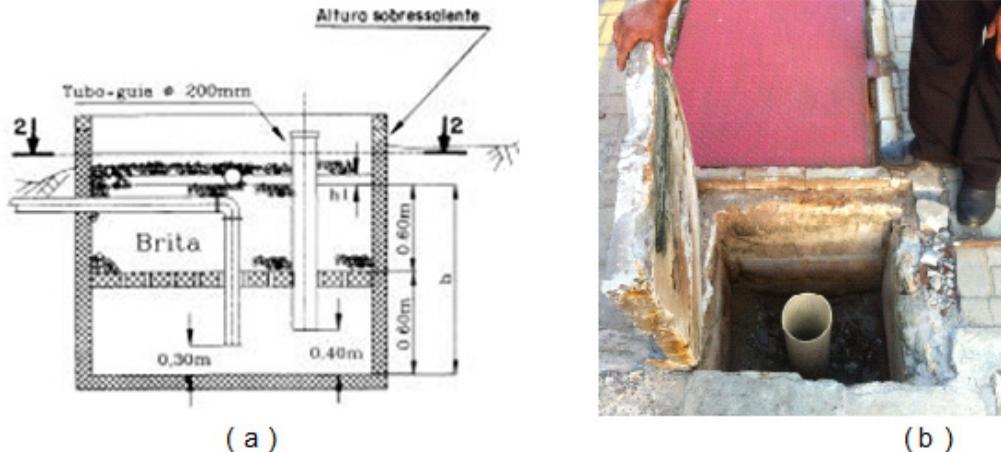
A limpeza do filtro anaeróbio é prevista pela NBR 13969:1997, deve ser feita quando for observada a obstrução do leito filtrante, ou seja, a limpeza deve obedecer a manutenção corretiva quando já há uma deficiência no sistema de tratamento, entretanto o recomendável é que seja feita a manutenção preventiva, observando os períodos de limpeza determinados pelo projetista, além da manutenção detectiva no intuito de ir monitorando as condições do filtro.

Para a realização da limpeza dos filtros anaeróbios que possuem fundo falso, deve ser utilizada uma bomba de recalque e um mangote de sucção, equipamento

padrão dos caminhões limpa fossas e deve ser introduzido pelo tubo-guia, de modo que alcance o fundo do filtro onde o lodo se concentra, efetuando a retirada deste.

A Figura 15 mostra o corte de um filtro anaeróbio de fundo falso com suas partes constituintes e Foto de um tubo guia de um filtro anaeróbio localizado no Condomínio Pátio Coroa do Meio em Aracaju.

Figura 15 – a - Corte de um filtro anaeróbio com fundo falso; b - Foto de um tubo guia de filtro anaeróbio



Fonte: ABNT 13969:1997 e Autores. Condomínio Pátio Coroa do Meio.

É importante frisar que não deve ser feita a lavagem completa do filtro, mas especificamente do leito filtrante, pois tal prática retarda a partida da operação após a limpeza visto que os microrganismos presentes no leito são os responsáveis pela degradação da matéria orgânica.

5.3.5 Manutenção do DAFA

Como nos tanques sépticos, no DAFA há a produção de lodo e como naquele sistema a sua manutenção não pode ser negligenciada. A mais importante e principal manutenção do DAFA consiste na retirada do excesso de lodo para que o sistema mantenha o seu equilíbrio, e consiste em drenar os líquidos (por descarga de fundo ou sucção) com vazão bem maior que o fluxo normal, provocando velocidade de escoamento nos interstícios muito mais elevadas que no funcionamento normal, de forma que provoque o carreamento de parte do lodo em excesso ali acumulado.

Como nos sistemas anteriores, não é recomendável a remoção de todo o lodo, deixando uma percentagem que servirá de suporte para o reinício do processo, ou seja, deve ser mantido um percentual para que não haja prejuízo na continuidade do processo de digestão da matéria orgânica. A frequência de remoção do lodo em excesso, depende das concentrações do afluente, do tipo de material suporte e da altura do leito, devendo estar prevista no projeto.

6 CONSEQUÊNCIAS DA AUSÊNCIA DE MANUTENÇÃO

O presente trabalho retrata as principais consequências da ausência de manutenção dos sistemas de tratamento de esgoto, que acabam por interferir na operação do sistema.

Conforme a NBR 5674/99 estudos realizados demonstram que os custos anuais envolvidos na operação e manutenção das edificações variam entre 1% e 2% do seu custo inicial, valor que acumulado ao longo da vida útil das edificações chega a ser equivalente ou até superior ao seu custo de construção. A presença de odores é umas das principais consequências da ausência de manutenção, sendo a que apresenta a maior ocorrência, nos sistemas de tratamento de esgoto. Conforme Corrêa Vieira, Moya e Souza (2015), o mau cheiro geralmente é resultado de aberturas existentes entre tampas e caixas de inspeção e de gordura, em desacordo com a NBR 8160:1999, provenientes em sua maioria, de fraturas nas peças decorrentes das operações de abertura delas, gerando uma degradação contínua.

O entupimento do sistema é outra consequência comum da ausência de manutenção. A inspeção do sistema tem que ser periódica, analisando as caixas de passagem e caixas de gordura, efetuando a limpeza dessas nos intervalos determinados. Uma consequência decorrente do entupimento do sistema é o retorno dos efluentes por ralos ou vasos sanitários, expondo os usuários a contaminação. Em sistemas que funcionam com fossa filtro anaeróbio ou DAFA a manutenção do filtro anaeróbio é de suma importância, pois caso ele não esteja funcionando devidamente permitirá a contaminação do corpo receptor que não conseguira efetuar a depuração e retornar ao equilíbrio inicial.

7 CONCLUSÕES

O processo de tratamento de esgoto sanitário residencial na cidade de Aracaju evoluiu com o passar do tempo. Para as áreas onde o esgoto não existe cinco formas diferentes podem ser implantadas, onde necessita-se primeiramente considerar a profundidade do terreno, para não afetar um lençol freático; o tipo do solo; o espaço disponível; dentre outros.

Como resultados esperados deste trabalho tem-se a reunião de informações para melhor compreensão dos sistemas de tratamento de esgoto utilizados e a necessidade da sua manutenção para um correto funcionamento do sistema, na medida em que se demonstravam os diversos tipos de manutenção existente. Almejando que os proprietários de imóveis se tornem mais esclarecidos em relação a importância da manutenção periódica e preventiva, é que buscou-se trabalhar com essa problemática, pois trata-se de um assunto de interesse público, mostrando a forma correta de realizar a manutenção dos sistemas de esgotamentos residenciais.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9648** – Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário – Procedimento. Brasil, 1986.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7229** – Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos. Brasil, 1993.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13969** - Tanques Sépticos - Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos - Projeto, Construção e Operação. Brasil, 1997.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8160** – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução. Brasil, 1999.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5676** – Manutenção de edificações - Procedimento. Brasil, 1999.

BRASIL. IBGE. **Censo Demográfico, 2010**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/aracaju/panorama>. Acesso em: 11 ago. 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos municípios brasileiros: Saneamento básico: Aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico: 2017 / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 39p.

JORDÃO, Eduardo P.; PESSÔA, Constantino A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

ÁVILA, Renata O. de. **Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2005.

BARROSO, L. R. **Saneamento básico: competências constitucionais da União, Estados e Municipais**. **Revista DialogosJuridicos**, v. 38, n. 153, p.255-270, 2002.

BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 8 set. 2015.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. Disponível em <http://www.funasa.gov.br/site/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/page/2/>. Acesso em: 12 ago. 2015.

CORRÊA VIEIRA, Paulo César; MOYA, Jorge Rodríguez; SOUZA, José Antônio da Silva. **Patologia nas instalações prediais de esgotos sanitários: diagnóstico e propostas terapêuticas**. CIRMARE – Congresso Internacional na “Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios, 4, 2015.

GRACEZ, Lucas Nogueira. **Elementos de engenharia hidráulica e sanitária**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2013.

HAANDAL, A. C. Van; LETTINGA, G. **Tratamento anaeróbio de esgotos**: um manual para regiões de clima quente. Campina Grande, Paraíba, 1994.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção-função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

LEGNER, Carla. Reator UASB para Tratamento Biológico de Esgoto. **Revista TAE**, Santo André-SP, ano 4, n. 24, abr.-maio 2014. Disponível em: <http://www.revistatae.com.br/noticiaInt.asp?id=9034&genero=2>. Acesso em: 28 out. 2015.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. São Paulo: Edgard Blucher LTDA., 2003.

RAZÊRA, André Luis. **Manutenção predial**. 2007. 164f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade São Francisco, UFS, Itatiba, MG, 2007.

SANTANA, José Lima. **História do saneamento básico em Sergipe**. 2. ed. Aracaju: J. Andrade, 2014.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

Data do recebimento: 20 de fevereiro de 2020

Data da avaliação: 10 de junho de 2020

Data de aceite: 10 de junho de 2020

1 Acadêmico em Engenharia Civil – UNIT. E-mail: juninho_jsc@hotmail.com

2 Acadêmico em Engenharia Civil – UNIT. E-mail: rogreginato@hotmail.com

3 Acadêmico em Engenharia Civil – UNIT. E-mail: caike.gama@souunit.com.br

4 Doutora; Professora do curso de Engenharia Civil – UNIT. E-mail: nayara.eng@hotmail.com