



**SISTEMAS DE TRATAMENTO
DE ESGOTO SANITÁRIO
FOSSA E BIOFILTRO**

Depto. de Engenharia
Contato: (55) 3744-9900
E-mail: engenharia@bakof.com.br
Site: www.bakof.com.br

Frederico Westphalen/RS, dezembro 2024.

Sumário

1. INFORMATIVO TÉCNICO	3
2. FOSSA E BIOFILTRO EM PEMD	3
2.1 FOSSA SÉPTICA.....	4
2.1.1 Dimensionamento	4
2.1.2 Exemplo de cálculo de geração de gás metano.....	7
2.1.3 Manutenção do sistema	9
2.2 BIOFILTRO ANAERÓBIO	11
2.2.1 Dimensionamento	12
2.2.2 Manutenção do sistema	14
2.3 CONJUNTOS FOSSA E BIOFILTRO ANAERÓBIO.....	16
2.4 INFORMAÇÕES PARA INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA	18
REFERÊNCIAS	19

1. INFORMATIVO TÉCNICO

A Bakof TEC atua na área de Sistemas de Tratamento de Efluentes Domésticos desde 1998, produzindo, desenvolvendo e fabricando produtos em Plásticos Reforçados em Fibra de Vidro (PRFV) e Polietileno de Média Densidade (PEMD). Além disso, a Bakof desenvolve e executa projetos na área de Engenharia Sanitária e Ambiental, como Estações de Tratamento de Efluente Sanitário e Industrial, visando à satisfação dos seus clientes, aliado a garantia da qualidade ambiental e priorizando a responsabilidade socioambiental.

Os produtos desenvolvidos em PRFV e PEMD, são unidades de tratamento leves, facilitando o transporte, instalação e manuseio; resistentes à corrosão; e totalmente estanques. São a solução ideal para o tratamento de efluentes de residências, edifícios, hotéis, indústrias, loteamentos, restaurantes, escritórios, comércios, escolas e sanitários públicos.

O conjunto fossa e biofiltro é constituído em PEMD, através do processo de “rotomoldagem” e para isso são utilizadas resinas de polietileno não recicladas (resina virgem), seguindo parâmetros determinados em norma. Esta resina virgem, somada ao processo de fabricação de rotomoldagem faz com que o produto final tenha flexibilidade aliada à alta resistência quanto ao rompimento e também alta resistência à deformação quando submetido à pressão do fluido.

2. FOSSA E BIOFILTRO EM PEMD

Em princípio, todos os compostos orgânicos podem ser degradados pela ação biológica, tanto por vias aeróbias como anaeróbias. Esse processo se torna mais eficiente e mais econômico quando os dejetos são facilmente biodegradáveis, como é o caso do efluente sanitário (CHERNICHARO, 2007). Uma vez que o efluente sanitário gerado é majoritariamente orgânico, o tratamento pode ocorrer por digestão anaeróbia, ou seja, por um processo biológico onde os microrganismos desenvolvem suas atividades metabólicas na ausência de oxigênio, consumindo a matéria orgânica presente no meio líquido. O processo de biodegradação reduz a carga orgânica do efluente e reduz os impactos ambientais gerados pelo lançamento indevido de efluentes.

Figura 1 – Desenho ilustrativo do conjunto de tratamento de efluentes sanitários.



Fonte: Bakof Tec.

2.1 FOSSA SÉPTICA

As fossas sépticas da Bakof são produzidas em um tanque cilíndrico fabricado em PEMD com fluxo ascendente, distribuidor de fluxo, tubo de limpeza, saída de gás (respiro) e tampa de inspeção.

Essencialmente, o efluente é direcionado até o fundo do sistema e flui de forma ascendente, o que faz com que o efluente entre em contato com o lodo formado ao fundo do tanque séptico. Esse lodo é formado de microrganismos e possui elevada atividade biológica, o que auxilia na maior remoção da matéria orgânica. O gás gerado no processo anaeróbio é liberado pela tubulação de respiro.

A estabilização da matéria orgânica ocorre devido a ação das bactérias anaeróbias, as quais utilizam a carga orgânica do esgoto como substrato para o seu metabolismo e crescimento. A mistura do sistema é promovida pelo fluxo ascensional do esgoto e pelas bolhas de gás geradas no processo (CHERNICHARO, 2007). Considerada a unidade primária do sistema de degradação anaeróbia, este sistema, irá receber o efluente bruto gerado.

2.1.1 Dimensionamento

O tempo de detenção hidráulica (TDH) é o tempo de permanência de um certo volume de efluente dentro de um espaço, nesse caso a fossa séptica. Os valores indicados para tratamento de esgoto doméstico em reatores anaeróbios e pode variar de acordo com a temperatura média do esgoto, para esgoto doméstico com temperaturas entre 15 a 18°C o TDH deve ser ≥ 10 horas (CHERNICHARO). No entanto, tratando-se se

fossa séptica, a NBR 17076/2024 estabelece outros padrões para o TDH, conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, e preconiza que o volume do tanque séptico não seja inferior a 1000 litros.

Quadro 1: TDH conforme NBR 17076/2024 em função da vazão diária

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dia	Horas
Até 1.500	1,00	24
Acima de 1.501 até 3.000	0,92	22
Acima de 3.001 até 4.500	0,83	20
Acima de 4.501 até 6.000	0,75	18
Acima de 6.001 até 7.500	0,67	16
Acima de 7.501 até 9.000	0,58	14
Acima de 9.001 até 12.000	0,50	12

Fonte: NBR 17076/2024.

O projeto de fossas com valores inferiores de TDH pode prejudicar o funcionamento do sistema, resultando em perda excessiva de biomassa, redução da idade do lodo, redução da estabilização do lodo e redução da eficiência do sistema. Sendo assim, considerando um edifício residencial com 24 pessoas padrão médio e os dados fornecidos pela NBR em questão, pode-se estipular o volume necessário para fossa de acordo com a Equação 1.

Equação 1

$$V = 1000 + N (C.TDH + K lf)$$

Onde:

N: número de contribuintes (habitantes);

C: contribuição diária (L/d)

TDH: tempo de detenção hidráulica (horas);

V: volume da fossa (litros);

Lf: taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco

K: contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia

$$V = 1000 + 24 \times (130 \times 0,75 + 65 \times 1)$$

$$V = 4900 \text{ litros de fossa}$$

Quadro 2: Taxa de acúmulo de lodo conforme 17076/2024.

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores K por faixa de temperatura ambiente		
	Temperatura ambiente °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

Fonte: NBR 17076/2024.

Quadro 3: Contribuição diária de esgoto conforme NBR 17076/2024.

Tipo de contribuição	Unidade	Contribuição de efluente (q) ^a Litro/unidade/dia	Lodo fresco (Lf) ^b Litro/unidade/dia
1. Ocupantes permanentes			
Residência padrão alto	Pessoa	160	1
Residência padrão médio	Pessoa	130	1
Residência padrão baixo	Pessoa	100	1
Hotel (exceto banheiro, lavanderia e cozinha)	Pessoa	100	1
Hotel com cozinha e lavanderia, exceto banheiro	Pessoa	240	1
Hotel com cozinha, lavanderia e banheiro	Pessoa	360	1
Alojamento provisório	Pessoa	80	1
Orfanato – asilo	Pessoa	120	1
Escola (internato)	Pessoa	150	1
Presídio	Pessoa	240	1
Quartel	Pessoa	120	1
Área rural	Pessoa	100	1
2. Ocupantes temporários			
Fábrica em geral	Pessoa	70	0,30
Escritório	Pessoa	50	0,20
Edifício público ou comercial	Pessoa	50	0,20
Escola de meio período	Pessoa	50	0,20
Escola de período integral	Pessoa	100	0,30
Creche	Pessoa	50	0,20
Bar	Pessoa	6	0,10
Restaurante e similares	Refeição	25	0,10
Cinema, teatro, templo, igreja e locais de curta permanência	Lugar	2	0,02
Ambulatório	Pessoa	25	0,20
Estação ferroviária, rodoviária e metroviária	Passageiro	25	0,20
Sanitário público	Bacia sanitária	480	4

Fonte: NBR 17076/2024.

A eficiência dos tanques sépticos anaeróbios pode ser calculada de forma empírica, considerando o TDH como fator determinante. No entanto, essas equações possuem limitações, pois são elaboradas em função de condições específicas de operação desses reatores, não se enquadrando para todas as realidades, como locais com baixa temperatura ambiente.

Devido a isso, considera-se que a eficiência de reatores anaeróbios se encontra na faixa de 40 a 80% para remoção de DQO e 40 a 90% para remoção de DBO segundo Chernicharo (2007). Ainda, segundo a NBR 13969/1993 a faixa de eficiência atingida utilizando um conjunto de fossa e biofiltro anaeróbio é de 40 a 75% para DBO e 40 a 70% para DQO, sendo os valores limites inferiores referentes a temperaturas abaixo de 15°C e os valores limites superiores para temperaturas acima de 25°C. Além disso, os valores de eficiência são influenciados pelas condições operacionais e grau de manutenção.

Considerando um cenário de baixa temperatura, adota-se uma eficiência de 40% a 45% de tratamento para o reator anaeróbio. Considerando uma concentração típica no efluente doméstico de DBO de 350 a 400 mg/L e de DQO de 600 a 700 mg/L, a concentração de matéria orgânica no efluente tratado pela fossa séptica pode ser calculada de acordo com a Equação 2.

Equação 2

$$S = S_o - \frac{E \times S_o}{100}$$

Onde:

S: concentração de DBO ou DQO no efluente tratado (mg/L);

S_o: concentração de DBO ou DQO no efluente bruto (mg/L);

E: eficiência de remoção (%).

$$S = 350 - \frac{40 \times 350}{100}$$

$$S = 210 \text{ mgDBO/L}$$

$$S = 700 - \frac{45 \times 700}{100}$$

$$S = 385 \text{ mgDQO/L}$$

2.1.2 Exemplo de cálculo de geração de gás metano

Em reatores anaeróbios, o processo de degradação da matéria orgânica produz subprodutos, como o gás metano. O cálculo de produção volumétrica de metano pode ser feito a partir da estimativa da carga de DQO que no reator, que é convertida em gás metano. De maneira simplificada, a determinação da parcela de

DQO convertida em gás metano no volume de fossa calculada anteriormente, pode ser calculada segundo a Equação 3.

Equação 3

$$DQO_{CH_4} = Q \times (S_o - S) - Y_{obs} \times Q \times S_o$$

Onde:

DQO_{CH_4} : carga de DQO convertida em metano (kgDQO_{CH4}/d);

Y_{obs} : coeficiente de produção de sólidos no sistema, em termos de DQO (0,11 a 0,23 KgDQO_{lodo}/KgDQO_{apl});

S: concentração de DBO ou DQO no efluente tratado (kg/m³);

S_o : concentração de DBO ou DQO no efluente bruto (kg/m³);

Q: vazão de efluente (m³/d).

$$DQO_{CH_4} = (4,9 \times (0,700 - 0,385)) - (0,11 \times 4,9 \times 0,700)$$

$$DQO_{CH_4} = 1,67 \text{ kgDQO}_{CH_4}/d$$

A conversão da massa do metano em produção volumétrica diária pode ser realizada segundo a Equação 4.

Equação 4

$$Q_{CH_4} = \frac{DQO_{CH_4}}{\frac{P \times K_{DQO}}{R \times (273 + T)}}$$

Onde:

P: pressão atmosférica = 1 atm;

K = DQO correspondente a um mol de CH₄ (64 gDQO/mol);

R: constante de gases (0,08206 atm.L/mol.K);

T: temperatura média no reator (15°C).

$$Q_{CH_4} = \frac{1,67}{\frac{1 \times 64}{0,08206 \times (273 + 15)}}$$

$$Q_{CH_4} = 0,62 \text{ m}^3/d$$

Para estimar a produção total de biogás, a partir do teor esperado de metano, pode-se utilizar a Equação 5. No tratamento de esgoto doméstico, os teores de metano no biogás são da ordem de 70 a 80% (CHERNICHARO, 2007).

Equação 5

$$Q_{biogás} = \frac{Q_{CH_4}}{C_{CH_4}}$$

Onde:

$Q_{biogás}$: produção volumétrica de biogás (m^3/d);

Q_{CH_4} : produção volumétrica de metano (m^3/d);

C_{CH_4} : concentração de metano no biogás (70%);

$$Q_{biogás} = \frac{0,62}{0,70}$$

$$Q_{biogás} = 0,88 \text{ m}^3/d$$

O gás gerado em sistemas anaeróbios possui odor característico e potencial explosivo, como é o caso do metano. Além disso, é um subproduto da degradação biológica e deve ser liberado para fora do sistema. Por isso, as fossas e biofiltros em polietileno possuem um respiro, o que é responsável pela saída desses gases para a atmosfera. Indica-se o direcionamento desse respiro até o ponto mais alto da residência/empreendimento para que o gás não permaneça no ambiente de circulação de pessoas.

2.1.3 Manutenção do sistema

Assim como em todos os sistemas anaeróbios de tratamento de esgoto, tanques sépticos, filtros biológicos percoladores, reatores UASB, entre outros, a fossa precisa de manutenções quanto ao descarte de lodo em excesso. A fossa possui um tubo central em PVC de 100 mm para acesso do caminhão limpa fossa e sucção do lodo concentrado no fundo da unidade.

Visando a periodicidade da remoção de lodo desses sistemas de tratamento, é importante ter conhecimento do tempo necessário para limpeza do produto. Cabe ressaltar, que a geração de lodo é estimada teoricamente por cálculos matemáticos e baseado em condições pré-determinadas. A produção de lodo no

reator pode ser calculada considerando a carga de matéria orgânica e o coeficiente de sólidos no sistema, assim como apresentado na Equação 6.

Equação 6

$$P_{lodo} = Y \times C_{oDQO}$$

Onde:

P_{lodo} : produção de lodo no sistema (kgSST/d);

Y : coeficiente de sólidos no sistema (0,1 a 0,2 kgSST/kgDQO aplicada);

C_{oDQO} : carga de DQO aplicada no sistema (kgDQO/d);

$$P_{lodo} = 0,1 \times (4,9 \times 0,350)$$

$$P_{lodo} = 0,1 \times 1,715$$

$$P_{lodo} = 0,17 \text{ kgSST/d}$$

A conversão da produção de lodo em quilogramas para volume de lodo é realizada segundo a Equação 7.

Equação 7

$$V_{lodo} = \frac{P_{lodo}}{\gamma \times C_{lodo}}$$

Onde:

V_{lodo} : volume de lodo diário produzido (m^3/d);

P_{lodo} : produção de lodo no sistema (kgSST/d);

C_{lodo} : concentração do lodo (3 a 4%);

γ : massa específica do lodo (1020 a 1040 kg/m^3).

$$V_{lodo} = \frac{0,17}{1020 \times 0,03}$$

$$V_{lodo} = 0,0056 \text{ m}^3/d$$

No entanto, sabe-se que a geração de lodo depende das condições reais de operação do reator, como vazão de alimentação, carga orgânica aplicada, hábitos do usuário, tempo e condições de uso do reator, além de condições climáticas, principalmente a temperatura ambiente.

Baseado em experiências reais, recomenda-se a limpeza da fossa em 1 ano, ou conforme o K (contribuição de lodo fresco) adotada no dimensionamento. No entanto, a startup do sistema anaeróbio pode levar até 180 dias, sendo assim, no primeiro ano de uso o volume de lodo excedente gerado pode ser menor e demandar um tempo mais longo para limpeza.

2.1.3.1. Procedimento de manutenção de limpeza:

- a) Abrir a tampa de inspeção;
- b) Aguardar o tempo suficiente para saída de gases;
- c) Inspeccionar a estrutura periodicamente, visando identificar possíveis vazamentos, conferindo o nível do líquido com o nível do tubo de saída;
- d) Drenar camada de espuma pela tampa de inspeção;
- e) Inserir mangote através de tubo guia para drenar o lodo digerido. Manter a zona neutra e parte do lodo em digestão dentro do tanque para preservar o processo de tratamento. O lodo acumulado no tanque séptico retirado periodicamente deve ser encaminhado para unidade de tratamento de lodo ou ser realizada sua remoção para disposição final conforme legislação vigente aplicável.
- f) Introduzir a mangueira do caminhão limpa fossa até o fundo. Quando atingir o fundo, retornar a mesma **15 centímetros** para fora do tanque e então ligar a sucção do caminhão. O primeiro objetivo é não remover todo lodo, mantendo uma quantidade de biomassa (microrganismos) dentro da fossa/biofiltro, o que é importante para a eficiência do tratamento. O segundo objetivo é proteger o tanque de uma possível implosão, devido ao vácuo que pode ser formado.
- g) Caso seja identificado vazamento na estrutura, esvaziar todo o tanque, proceder lavagem e posterior recuperação da estrutura para manter a estanqueidade.
- h) A limpeza do sistema deve ser feita com materiais e equipamentos adequados para impedir o contato direto do esgoto com o operador.

2.2 BIOFILTRO ANAERÓBIO

O biofiltro é fabricado em um tanque cilíndrico de PEMD, possui fluxo ascendente, distribuidor de fluxo, meio suporte de eletroduto corrugado, tubo de limpeza e tampa de inspeção.

Os biofiltros são caracterizados pela presença de um material de empacotamento estacionário, no qual os microrganismos podem se aderir a sua superfície, ou ficar retidos nos seus interstícios. A aderência desses microrganismos aumenta a quantidade de biomassa dentro do biofiltro e, conseqüentemente, a eficiência da degradação da matéria orgânica presente no efluente (CHERNICHARO, 2007).

Em um sistema de tratamento de efluente, o biofiltro deve ser utilizado como pós-tratamento de fossas sépticas ou reatores, recebendo um efluente com menor carga orgânica e sólida e impedindo o entupimento precoce do biofiltro. Na unidade o efluente flui do fundo do biofiltro até a superfície, permitindo um melhor contato de todo efluente pelo meio suporte carregado por biofilme bacteriano. O biofilme aumenta o tempo de retenção celular (TRC) dos microrganismos dentro do reator e aumenta o consumo de carga orgânica do efluente.

A utilização de biofiltros anaeróbios no tratamento de esgoto doméstico tem sido aplicada como polimentos de efluentes de reatores anaeróbios com sucesso. Operando nessas condições, os filtros anaeróbios apresentaram bom desempenho com TDH de 4 a 10 horas. No entanto, a NBR 13.969/1997 determina um diferentes TDH em função da vazão diária de esgoto gerada e da temperatura média do mês mais frio do local conforme Tabela 01.

Quadro 4: TDH conforme NBR 17076/2024

Vazão L/dia	Temperatura média do mês mais frio		
	Abaixo de 15°C	Entre 15° C e 25°C	Maior que 25°C
Até 1500	1,17	1,00	0,92
1501 a 3000	1,08	0,92	0,83
3001 a 4500	1,00	0,83	0,75
4501 a 6000	0,92	0,75	0,67
6001 a 7500	0,83	0,67	0,58
7501 a 9000	0,75	0,58	0,50
Acima de 9000	0,75	0,50	0,50

Fonte: Adaptado de NBR 17076/2024.

2.2.1 Dimensionamento

Tratando-se de um esgoto de baixa concentração como o esgoto doméstico, o cálculo de volume do filtro biológico pode ser baseado no tempo de detenção hidráulica necessário, vazão de efluente e coeficiente do meio suporte. Para o tubo corrugado utilizado como meio suporte pela Bakof, o coeficiente do meio suporte é de 1,1.

Em um cenário de baixa temperatura, considerando a temperatura média do mês mais frio de 15 °C e um número de contribuintes de 24 pessoas padrão médio, conforme o exemplo anterior, pode-se calcular o volume necessário para o biofiltro.

Equação 8

$$V = 1,1 \times N \times C \times TDH$$

Onde:

N: número de contribuintes (habitantes);

C: contribuição diária (L/d);

TDH: tempo de detenção hidráulica (dias);

V: volume do filtro biológico.

$$V = 1,1 \times 24 \times 130 \times 0,92$$

$$V = 3157 \text{ litros}$$

Assim como nos reatores anaeróbios, nos filtros a área de influência do tubo de distribuição deve contemplar 2 a 4 m² de área de fundo do filtro, para garantir a mistura completa no reator. A eficiência dos filtros anaeróbios, descrita em bibliografia, também é calculada de forma empírica, considerando o TDH como fator determinante, e não representando as condições reais de operação dessas unidades. Segundo Chernicharo (2007), pesquisas utilizando filtros anaeróbios como unidades únicas de tratamento, recebendo efluente bruto, indicaram eficiências médias de 68 e 79% para DBO e DQO, respectivamente. Já como unidades de pós-tratamento de reatores anaeróbios, as eficiências do conjunto foram de 75 a 85% para DBO, desde que operadas em temperaturas médias do esgoto no mês mais frio de 20°C, o que não é a realidade de todos os locais.

Devido a isso, segue-se a orientação da NBR 13969/1993 e se considera a faixa de eficiência do conjunto como de 40 a 75% para DBO e 40 a 70% para DQO, sendo os valores limites inferiores referentes a temperaturas abaixo de 15°C e dependente das condições operacionais e de manutenção.

Considerando um cenário de baixa temperatura, adota-se uma eficiência de 60% a 65% de tratamento para o conjunto fossa e filtro anaeróbios, resultando em um efluente final com concentração de matéria orgânica calculada de acordo com a Equação 9.

Equação 9

$$S = S_o - \frac{E \times S_o}{100}$$

Onde:

S: concentração de DBO ou DQO no efluente tratado final (mg/L);

S_o: concentração de DBO ou DQO no efluente bruto (mg/L);

E: eficiência de remoção (%).

$$S = 350 - \frac{60 \times 350}{100}$$

$$S = 140 \text{ mgDBO/L}$$

$$S = 700 - \frac{65 \times 700}{100}$$

$$S = 245 \text{ mgDQO/L}$$

O dimensionamento dos sistemas, para cada caso (obra) específico, é de responsabilidade do **Engenheiro Responsável** pela obra civil ou pelo projeto do sistema de tratamento de efluentes utilizado, devendo ser observadas as equações de dimensionamento e as informações acima descritas, além dos dados de referência contidos nas normas em vigência.

2.2.2 Manutenção do sistema

A entrada excessiva de sólidos no compartimento preenchido com meio suporte poderá resultar em colmatação da camada filtrante. A adoção de uma frequência adequada de descarte de lodo é fundamental para minimizar os problemas de entupimento do filtro e garantir a qualidade do efluente final. No caso de efluentes menos concentrados, a produção de lodo em excesso é muito baixa e geralmente gera poucos problemas relacionados a manutenção do lodo (CHERNICHARO, 2007).

Alguns autores recomendam que o descarte de lodo não seja realizado a menos que a manta de lodo penetre no meio suporte, ou se a concentração de sólidos aumentar significativamente (CHERNICHARO, 2007).

Ou seja, a manutenção de filtros biológicos operando no tratamento doméstico, não necessitam de manutenção intensiva e podem ter um período entre as limpezas maior que a das fossas anaeróbias. O excesso de limpeza pode prejudicar a eficiência do reator, removendo a parcela de biomassa ativa necessária e responsável pela degradação da matéria orgânica do efluente. Também, a negligência quanto a limpeza pode causar entupimento da camada suporte, aumentando a pressão no sistema e causando o desprendimento do biofilme, o que resulta em um efluente de má qualidade.

Apesar disso e para conhecimento, pode-se calcular o volume teórico de lodo gerado em filtros biológicos utilizando a Equação 10 de acordo com a bibliografia.

$$P_{lodo} = Y \times (L_o - L_e)$$

Onde:

P_{lodo} : produção de lodo no filtro (kgSST/d);

Y : coeficiente de sólidos no filtro (0,8 a 1,0 kgSST/kgDBOrem);

L_o : carga de DBO afluente ao filtro (kgDBO/d);

L_e : carga de DBO no efluente tratado pelo filtro (kgDBO/d).

$$P_{lodo} = 0,8 \times (0,210 - 0,140)$$

$$P_{lodo} = 0,056 \text{ kgSST/d}$$

A conversão da produção de lodo em quilogramas para volume de lodo diário é realizada segundo a Equação 11.

Equação 11

$$V_{lodo} = \frac{P_{lodo}}{\gamma \times C_{lodo}}$$

Onde:

V_{lodo} : volume de lodo diário produzido no filtro (m³/d);

P_{lodo} : produção de lodo no sistema (kgSST/d);

C_{lodo} : concentração do lodo (0,8 a 1,5%);

γ : massa específica do lodo (1000 a 1040 kg/m³).

$$V_{lodo} = \frac{0,056}{1000 \times 0,008}$$

$$V_{lodo} = 0,007 \text{ m}^3/\text{d}$$

2.2.2.1. Procedimentos de manutenção e limpeza

- a) Deve-se prever tubo-guia que alcance abaixo do fundo falso ou até o poço de sucção, para a limpeza.
- b) Recomenda-se o seguinte processo:
 - Abrir a tampa de inspeção;

- Aguardar tempo suficiente para saída de gases;
- Inspeccionar a estrutura periodicamente, visando a identificar possíveis vazamentos, conferindo o nível do líquido com o nível da canaleta vertedora;
- Inserir o mangote através do tubo-guia para drenar o lodo do fundo falso e/ou poço de sucção. O lodo acumulado no filtro retirado periodicamente deve ser encaminhado para a unidade de tratamento de lodo ou deve ser realizada sua remoção para disposição final conforme a legislação vigente aplicável;
- Introduzir a mangueira do caminhão limpa fossa até o fundo. Quando atingir o fundo, retornar a mesma **15 centímetros** para fora do tanque e então ligar a sucção do caminhão. O primeiro objetivo é não remover todo lodo, mantendo uma quantidade de biomassa (microrganismos) dentro da fossa/biofiltro, o que é importante para a eficiência do tratamento. O segundo objetivo é proteger o tanque de uma possível implosão, devido ao vácuo que pode ser formado.
- Durante a drenagem, aplicar água limpa sobre o meio suporte para retrolavagem;
- Caso seja identificado vazamento na estrutura, na inspeção realizada, esvaziar todo o filtro, proceder lavagem e posterior recuperação/substituição de estrutura para manter a estanqueidade do sistema;
- A limpeza do sistema deve ser feita com emprego de materiais e equipamentos adequados para impedir o contato direto do esgoto e lodo com o operador.

2.3 CONJUNTOS FOSSA E BIOFILTRO ANAERÓBIO

Os volumes disponíveis dos conjuntos de fossa e biofiltro, dimensionados e produzidos pela Bakof, são descritos no Quadro 1. São 4 volumes distintos que contemplam tanto a fossa quanto o biofiltro, e atendem a diversos vazões de esgoto gerado.

A Fossa e Biofiltro não atendem a mesma quantidade de pessoas, pois são dimensionados a partir de cálculos distintos. Sendo assim, a escolha da par fossa/biofiltro pode ter tamanhos diferentes ou iguais conforme dimensionamento do engenheiro responsável.

Quadro 1: Volumes disponíveis de Fossa/Biofiltro conforme NBR

FOSSA	Altura (m) ²	Diâmetro (m)	Pessoas atendidas ¹		
			baixo	médio	alto
5000	1,77	2,26	28	24	21
10000	2,6	2,5	73	65	58
15000	2,33	3,20	117	103	93
20000	2,95	3,20	152	134	120

BIOFILTRO	Altura (m) ²	Diâmetro (m)	Pessoas atendidas ¹		
			baixo	médio	alto
5000	1,77	2,26	48	37	30
10000	2,6	2,5	114	88	71
15000	2,33	3,20	175	134	109
20000	2,95	3,20	223	171	139

¹NBR 17076/2024
²Altura até o CAP de limpeza
 Padrão baixo: 100 L/d;
 Padrão médio: 130 L/d;
 Padrão alto: 160 L/d.

Segundo a bibliografia e as normas técnicas brasileiras, os sistemas de tratamento podem ser classificados quanto a sua eficiência ou atividade desenvolvida. Por exemplo, quanto a atividade desenvolvida, podemos dividir os sistemas em:

- a) **Preliminar:** remoção de sólidos grosseiros, partículas de solo e areia e remoção de óleos e gorduras vegetais, animais e minerais. Nesse caso são utilizados sistemas de gradeamento, desarenador, caixas de gordura e caixas separadora de água e óleo;
- b) **Primário:** remoção de sólidos suspensos e sedimentáveis, como decantadores e fossas sépticas;
- c) **Secundário:** remoção biológica de matéria orgânica (DBO e DQO), utilizando sistemas biológicos como lodos ativados, filtros biológicos, reatores UASB, entre outros;
- d) **Terciário:** remoção de microrganismos patogênicos, nutrientes e poluentes persistentes. Nesse caso se utiliza, cloradores, desinfecção UV, entre outros sistemas mais eficientes.

Além da atividade desenvolvida, os tratamentos podem ser classificados de acordo com a sua eficiência, sendo o **preliminar** capaz de remover a fração inorgânica poluente; o **primário** responsável pela decomposição anaeróbia biológica da matéria orgânica (DBO e DQO); o **secundário** pela decomposição aeróbia biológica de matéria orgânica (DBO e DQO) e o **terciário:** pela remoção de microrganismos patogênicos, nutrientes, poluentes persistentes.

Segundo a classificação por atividade desempenhada, a aquisição do conjunto fossa e biofiltro fornecerá ao consumidor um sistema primário e secundário de tratamento de esgoto. No entanto, a Bakof Tec indica que os sistemas de tratamento de esgoto possuam unidades de tratamento primário, secundário e terciário, para aumentar a qualidade final do efluente tratado.

No que diz respeito a preservação e garantia da qualidade das fossas e biofiltros, indica-se fortemente o uso das unidades preliminares de gradeamento e caixa de gordura antes desse sistema, afim de evitar o entupimento dos tanques e tubulações, ou a inatividade biológica, devido a entrada de compostos indesejados.

A Bakof Tec. conta com toda linha de produtos para um sistema mais completo, incluindo caixas de gradeamento, caixas de gordura, cloradores, entre outros produtos especiais para aumentar a eficiência do tratamento do esgoto sanitário.

2.4 INFORMAÇÕES PARA INSTALAÇÃO

- Os equipamentos podem ser instalados enterrados, semienterrados ou na superfície;
- Caso seja enterrado, escavar o local de instalação e nivelar a base da vala. A vala deve ter, pelo menos 20 cm a mais de diâmetro do que o diâmetro dos equipamentos;
- Constituir uma sapata nivelada em concreto armado, de acordo com o peso total dos equipamentos cheios, que servirá como base para o sistema;
- Realizar as conexões utilizando-se anéis de vedação;
- Encher a fossa e o filtro com água;
- Caso o filtro não seja adquirido já com elemento filtrante (anéis corrugados), preencher o mesmo com o referido elemento filtrante, que pode ser brita nº 4 ou conduíte (anéis corrugados) até o limite superior de 20 cm abaixo da saída do mesmo;
- Deixar o sistema em repouso por 24 h para assegurar que a estanqueidade do mesmo foi preservada durante a movimentação, instalação e conexões;
- Utilizar terra peneirada (livre de pedras ou objetos pontiagudos), areia ou pó de brita e efetuar a compactação a cada 25 cm. O aterramento pode ainda ser efetuado em concreto;
- Preservar fácil acesso à tampa de inspeção para a manutenção e limpeza periódica (12 meses);
- Em terrenos arenosos, movediços ou de lençol freático superficial, além da sapata, realizar a ancoragem do sistema, através de seus anéis de içamento;
- Caso o sistema seja instalado em local de intensa circulação ou circulação de veículos, deve ser construída uma laje de sustentação que não seja apoiada nos equipamentos;
- A instalação sempre deve ser projetada e conduzida pelo responsável técnico (Engenheiro Civil) pela instalação ou obra.
- Em caso de dúvidas relacionadas ao produto e instalação, contatar o Departamento Técnico da empresa Bakof.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 17076 – Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte. Rio de Janeiro/RJ, 2024.

CHERNICHARO, C. A. L. Reatores Anaeróbicos. Editora UFMG. Volume 5. 2ª Edição. Belo Horizonte/MG, 2007.

METCALF, L.; EDDY, H. P. Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos. Tradução de Ivanildo Hespanhol, José Carlos Mierzwa. 5. ed, Nova Iorque: McGraw-Hill; Porto Alegre: AMGH. 2016