

Projeto Hidráulico Sanitário:

Sistema Compacto de Tratamento de Efluente Sanitário

Local:

ASSENTAMENTO XX DE NOVEMBRO

Município de Cordeirópolis

Sumário

Introdução	4
1. Objetivo	5
2. Dados do Empreendimento	5
3. Descrição do sistema	5
3.1 Caixa de Gordura	6
3.2 Gradeamento	6
3.3 Fossa Séptica.....	7
3.4 Filtro Anaeróbio	8
3.5 Sumidouro	8
4. Memorial de Cálculos e Especificações Técnicas	9
4.1 Dados de Entrada	9
4.1.1. Cálculo Vazão Média	10
4.1.2. Cálculo Carga Orgânica e DBO ₅	10
4.2 Dimensionamento da Caixa de Gordura	10
4.3 Gradeamento	11
4.4 Fossa Séptica.....	12
4.4.1 Especificações técnicas	12
4.4.2 Dimensionamento do tanque	13
4.4.3 Carga hidráulica	14
4.4.4 Formação de Lodo	15
4.5 Filtro anaeróbio	16
4.5.1 Especificações técnicas	16
4.5.2 Dimensionamento do filtro anaeróbio.....	16
4.6 Sumidouro	18

4.6.1 Especificações técnicas	18
4.6.2 Dimensionamento do sumidouro.....	19
4.7 Eficiência estimada do sistema	20
5. Procedimentos de operação e manutenção.....	21
5.1 Fossa séptica	21
5.2 Filtro anaeróbio	21
5.3 Sumidouro	22

Introdução

O presente documento tem a finalidade de apresentar o Projeto Hidráulico Sanitário do Sistema Compacto de Tratamento de Efluente Sanitário para o Assentamento XX de novembro, localizado no município de Cordeirópolis - SP.

Em decorrência das necessidades de saneamento básico efetivo das áreas não abrangidas por sistema de rede coletora e tratamento de esgotos de porte, da proteção do meio ambiente e do manancial hídrico, tornou-se imperativo oferecer opções coerentes com aquelas necessidades.

O sistema de tratamento referido visa dar destinação ambientalmente adequada ao efluente gerado, bem como atender a legislação ambiental vigente, promovendo desta forma a sustentabilidade.

A evolução dos processos de tratamento de esgoto doméstico possibilitou que os mesmos sejam tratados em unidades com baixa produção de sólidos, baixo consumo de energia e geração de gás combustível.

Dimensionada de forma a atender a demanda de 5 pessoas, o Sistema Compacto de Tratamento obedecerá às normas da ABNT em todas as suas subdivisões, utilizando tratamento biológico, através do sistema de fossas sépticas, filtro anaeróbio e sumidouro.

As fossas sépticas são uma estrutura complementar e necessária às moradias, sendo fundamentais no combate a doenças, verminoses e endemias, pois diminuem o lançamento dos dejetos humanos diretamente em cursos d'água ou mesmo na superfície do solo. O seu uso é essencial para a melhoria das condições de higiene das populações rurais e de localidades não servidas por redes de coleta pública de esgotos.

O esgoto doméstico tratado atenderá as condições e os padrões de lançamento definidos pelo Decreto nº 8.468 de 1976, art. 18, legislação vigente no Estado de São Paulo, principalmente em relação à concentração de DBO_5 , inferior a 60 mg/L ou eficiência no grau de remoção de carga orgânica superior a 80% caso o valor de DBO for superior a 60 mg/L.

1. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo apresentar um sistema de tratamento compacto de esgoto sanitário que remova as impurezas químicas, físicas e biológicas, de forma a atender aos padrões da Legislação vigente para o lançamento. O projeto será elaborado conforme as normas da ABNT NBR nº 7229 de 1993, NBR nº 13969 de 1997 e através de publicações de autores de conhecida responsabilidade.

2. Dados do empreendimento

Trata se de uma área onde se implantou um assentamento através de REFORMA ÁGRARIA, onde vivem famílias de produtores rurais ocupando lotes com aproximadamente 10 há. O município visando implantar infraestrutura adequada pretende construir fossas sépticas, conforme projeto e descrição que acompanha este documento.

3. Descrição do sistema

O sistema de tratamento de efluente adotado para projeto é o de tanques sépticos seguidos de filtros anaeróbios (também conhecidos por sistema fossa – filtro) e sumidouro. Este sistema tem sido amplamente utilizado no meio rural e em comunidades de pequeno porte, por permitir o atendimento à legislação pertinente ao lançamento de efluente de forma econômica e pela simplicidade de tratamento e disposição.

O tanque séptico remove a maior parte dos sólidos em suspensão, os quais sedimentam e sofrem o processo de digestão anaeróbio no fundo do tanque. O filtro anaeróbio efetua uma remoção complementar de DBO. De acordo com Jordão e Pessoa (2011) a remoção de DBO₅ do tratamento primário da fossa séptica fica na faixa de 30-35%, não atendendo a legislação referente ao lançamento. O filtro anaeróbio associado à fossa séptica atinge uma remoção média de matéria orgânica de 80%.

No sistema fossa - filtro, o esgoto in natura é lançado em um tanque séptico onde a parte sólida se deposita e sofre digestão, liberando a parte líquida para o filtro anaeróbio. No filtro, as bactérias anaeróbias agem no esgoto decompondo-o.

Em seguida o sumidouro é responsável por promover a infiltração do efluente ao solo

O fluxograma operacional possui as seguintes etapas:

- Caixa de Gordura;
- Rede coletora;
- Gradeamento;
- Fossa séptica;
- Filtro anaeróbio;
- Sumidouro.



Figura 1. Sistema Compacto de Tratamento de Efluente Sanitário Fossa-Filtro.

3.1 Caixa de Gordura

Com o objetivo de evitar a obstrução da rede e equipamentos do sistema de tratamento de efluente, a caixa de gordura retém, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no efluente. Os materiais acumulados na caixa devem ser removidos periodicamente.

3.2 Gradeamento

O esgoto normalmente traz consigo sólidos grosseiros que, em casos normais, são facilmente separáveis. A sua retirada do esgoto é importante para o perfeito funcionamento do sistema de tratamento, seja pela eficiência do tratamento biológico ou pelo bom desempenho dos equipamentos existentes.

O material retido nas grades deve ser removido com frequência, de modo a evitar represamento a montante e consequente aumento de nível,

possibilitando o transbordo de esgoto bruto. O sólido removido deve ser armazenado adequadamente para posterior encaminhamento ao aterro sanitário.

3.3 Fossa Séptica

As fossas sépticas são unidades de tratamento primário de esgoto doméstico nas quais são feitas a separação e a transformação físico-química da matéria sólida contida no esgoto.

O processo de funcionamento das fossas sépticas inicia com a retenção do esgoto que fica detido na fossa durante um período 24 horas, aproximadamente. Simultaneamente, acontece uma sedimentação do material sólido presente no esgoto. Esse se deposita no fundo da fossa, formando um semilíquido, denominado lodo, enquanto a outra parte, constituída basicamente por graxas, óleos e outros materiais fluidos, mantem-se emersa. Esse composto é chamado espuma.

Seguindo a essa etapa, apresenta-se a de digestão anaeróbia do lodo, que consiste num ataque forte de bactérias anaeróbicas ao lodo, anulando parcial ou totalmente a ação das substâncias voláteis e dos microrganismos patogênicos, figura 2.

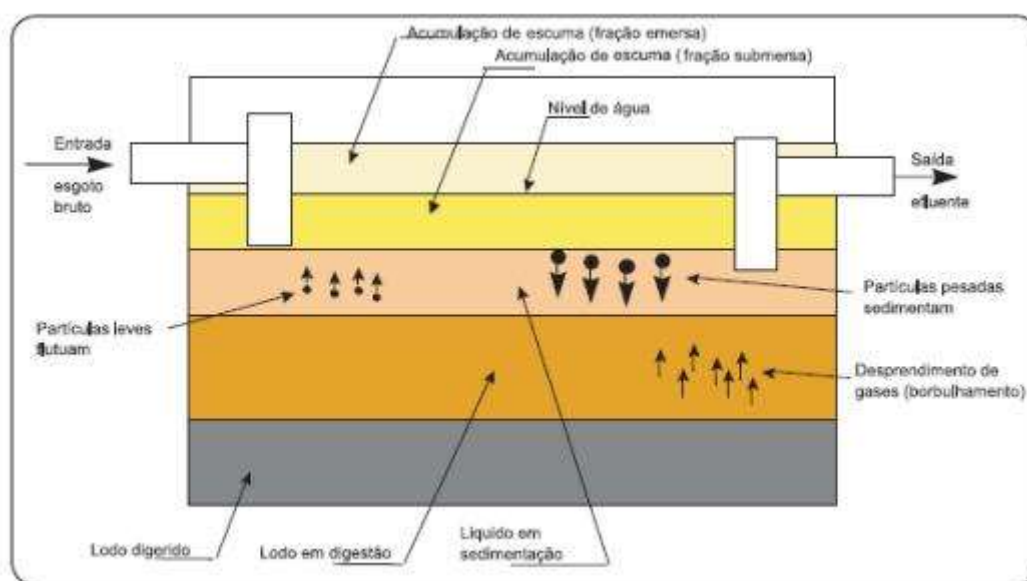


Figura 2. Esquema de um tanque séptico de câmara única

3.4 Filtro Anaeróbio

O filtro anaeróbio trata-se de um reator com biofilmes onde a biomassa cresce aderida a um meio suporte, usualmente brita, e ocorrerá o processo de digestão da matéria orgânica, figura 3. Fazem parte das características do filtro: fluxo ascendente do efluente, o filtro trabalha afogado, a carga de DBO aplicada por unidade de volume é bastante elevada e unidade fechada.

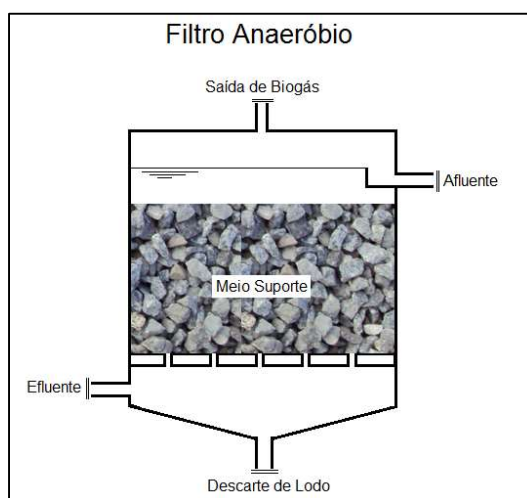


Figura 3. Esquema de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.

3.5 Sumidouro

A NBR 13969 (ABNT, 1997) define sumidouro como sendo um “poço escavado no solo, destinado à depuração e disposição final do esgoto no nível subsuperficial”.

Também é conhecido como poço absorvente, e seu uso é indicado somente a locais em que o nível do lençol freático é profundo. Não possui laje de fundo e sua função é permitir a penetração dos efluentes do tanque séptico no solo.

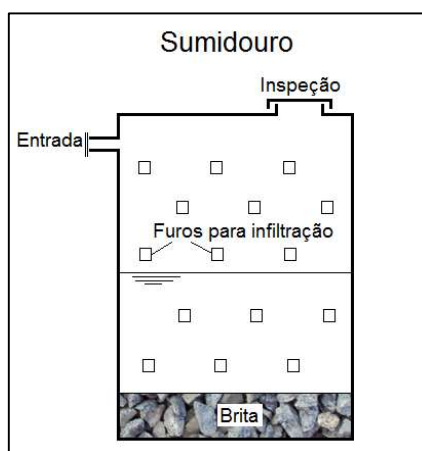


Figura 4. Esquema de um sumidouro vertical.

4. Memorial de Cálculos e Especificações Técnicas

A seguir estão descritos os cálculos e especificações técnicas de cada elemento da estação de tratamento de efluente, bem como os dados de entrada para estes cálculos.

4.1 Dados de Entrada

Os dados de entrada para o cálculo de projeto e os parâmetros adotados estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados de entrada para cálculos de projeto.

Parâmetros	Qtd.	Unidade
Total Ocupantes	5	peessoas
Contribuição de esgoto	160	L/pessoa.dia
Acumulo de lodo fresco	1	L/pessoa.dia
Frequência de remoção de lodo mineralizado	12	meses
Contribuição DQO	480	mg O ₂ /l
Contribuição de DBO	300	mg O ₂ /l
Carga de DQO diária	2,880	kg/dia
Carga de DBO diária	1,680	kg/dia
Temperatura mínima do mês mais frio	16.4	°C

4.1.1. Cálculo Vazão Média

População (ocupantes) estimada (N) = 5 pessoas

Contribuição de esgoto (C) = 160 l/pessoa.dia

Fórmula da Vazão Média (Q_{md})

$$Q_{md} = N.C = 5 \times 160 = 800 \text{ l/dia}$$

4.1.2. Cálculo Carga Orgânica e DBO₅

Contribuição de Carga Orgânica (C_{co}) = 21 g de DBO₅/pessoa.dia

Fórmula da Carga Orgânica (CO)

$$CO = N \times C_{co} = 5 \times 21 = 105 \text{ g DBO/dia}$$

$$CO = 0,105 \text{ kg DBO/dia}$$

Fórmula da DBO₅ efluente

$$DBO = CO / Q = 105.000 / 800 = 131,25 \text{ mg.DBO/l}$$

4.2 Dimensionamento da Caixa de Gordura

A caixa de gordura deverá atender as especificações da norma ABNT NBR 8160 de 1997.

Utilizando a fórmula para estipulada na norma para dimensionamento do volume da câmara de retenção de gordura obtido pela fórmula $V = 2.N + 20$, onde N é o número de pessoas servidas pela cozinha que contribuem para a caixa de gordura no turno que existe maior fluxo, temos:

$$V = 2.N + 20 = 2 \times 5 + 20$$

$$V = 30 \text{ L}$$

Sendo assim, podemos adotar o padrão comercial de caixa de gordura simples (CGS) cilíndrica, estipulado em norma com as seguintes dimensões mínimas:

- Diâmetro interno: 0,40 m;
- Parte submersa do septo: 0,20 m;
- Capacidade de retenção: 31 l;
- Diâmetro nominal da tubulação de saída: DN 75;

Deverá ser adota, caso o local receba refeitório ou atividade ligado a alimentação.

4.3 Gradeamento

As especificações técnicas, dados e cálculos referentes à grade estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Dados, cálculos e informações da grade.

Características da Grade	
Dimensão	400 x 200 mm
Forma da Barra	Retangular
Espaçamento das Barras (a)	20 mm
Inclinação	45°
Número de barras	9
Altura máxima do canal da grade ($Y_{\text{máx.}}$)	0,250 m
Condições de Escoamento na Grade	
Velocidade de Passagem na Grade	0,60 m/s
Eficiência da Grade	
Espaçamento entre as barras (a)	20 mm
Espessura das barras (b)	10 mm
Fórmula Eficiência da Grade (E_g)	$E_g = \frac{(a)}{(a + b)}$
Eficiência da grade (E_g)	67 %
Perda de Carga na Grade	
Velocidade na grade (V_g)	0,60 m/s
Fórmula da Velocidade no canal da grade (V_c)	$V_c = \frac{Q_{\text{máx.}}}{Y_{\text{máx.}} \cdot B}$
Velocidade máxima no canal da grade ($V_{c \text{ máx.}}$)	0,40 m/s
Velocidade mínima no canal da grade ($V_{c \text{ mín.}}$)	0,40 m/s

Fórmula da Perda de Carga na grade limpa (h)	$h = \frac{Vg^2 - Vc^2}{19,62} \cdot 1,4286$
Fórm. da Perda de Carga na grade 50% obstruída (ho)	$Ho = \frac{((2 \cdot Vg)^2 - Vc^2)}{19,62} \cdot 1,4286$
Perda de Carga da Grade Livre (h)	0,014 m
Perda de Carga da Grade Obstruída (ho)	0,093 m

4.4 Fossa Séptica

A seguir estão descritas as principais especificações técnicas, parâmetros do projeto e o dimensionamento para a fossa séptica, tendo como base os dados do local de implantação do sistema, a NBR 7229/93 e autores renomados da área.

4.4.1 Especificações técnicas

Para o projeto será adotado um tanque séptico de câmara única, possui apenas um compartimento, onde na parte superior ocorrem processos de sedimentação e de flotação e digestão da espuma, e na parte inferior o acúmulo e digestão do lodo sedimentado.

Alguns parâmetros podem interferir no desempenho do tanque, sendo as principais:

- Variação da vazão;
- Geometria do tanque;
- Dispositivos de entrada e saída;
- Condições de operação e manutenção.

A norma também especifica que o tanque séptico deve possuir as seguintes distâncias mínimas, contados a partir da face externa mais próximas dos elementos considerados a seguir:

- 1,5m de construções, divisas de terrenos, poços e ramal predial de água;

- 3m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água
- 15m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza.

O tanque também deve ser elaborado com material impermeável e que possuam características físicas e mecânicas adequadas para seu fim.

Quanto à tubulação de entrada da fossa séptica, adota-se tubos de 150 mm de diâmetro devido esta ser a dimensão mínima para coletores prediais.

O material do tanque será constituído de concreto pré-moldado com revestimento interno de produto impermeabilizante.

4.4.2 Dimensionamento do tanque

A tabela a seguir apresenta os dados de entrada para o dimensionamento do tanque:

Tabela 3. Dados e cálculos de dimensionamento para a fossa séptica.

Dimensionamento	
Formula Volume útil total do tanque	$V = 1000 + N(C.T. + K.Lf)$
N = número de pessoas ou unidade de contribuição	5 pessoas
C = contribuição de despejos	160 l
T = período de detenção, em dias	1 dia
K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação do lodo fresco.	65 dias
Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa.dia	1

Segundo a norma, o volume útil (V_u) total do tanque deve ser calculado pela seguinte fórmula:

$$V_u = 1000 + N (CT + K Lf) \Rightarrow 1000 + 5 * (160 * 1 + 65 * 1) \Rightarrow$$

$$V_u = 2.125,00 \text{ Litros ou } V_u = 2,13 \text{ m}^3$$

Para tal volume a norma especifica que a profundidade útil mínima e máxima devem ser, respectivamente, entre 1,20 a 2,20 metros, sendo que para tanques cilíndricos o diâmetro mínimo é de 1,10 metros.

Para o projeto, o diâmetro interno será de 1,35m, sendo este um dos valores encontrado para os anéis de concreto pré-moldado comerciais, com altura útil total de 1,50m.

Essas dimensões atendem ao volume útil como pode ser visto a seguir:

$$V_{ef} = h \times (D^2 \times \pi) / 4 \Rightarrow V_{ef} = 1,5 \times (1,35^2 \times \pi) / 4$$

$$V_{ef} = 2,15 \text{ m}^3$$

Na tabela a seguir temos um resumo das informações construtivas do tanque, porém mais detalhes poderão ser observados no desenho anexo.

Tabela 4. Detalhes construtivos do tanque séptico.

Detalhes	
Material construtivo	Anel concreto pré-moldado (5cm de espessura)
Revestimento	Produto impermeabilizante
Formato	Cilíndrico
Volume útil (Vu)	2,13 m ³
Volume efetivo (Vef)	2,15 m ³
Altura útil	1,50 m
Altura total	2,26 m
Diâmetro interno	1,35 m
Diâmetro externo	1,45 m
DN tubulações E/S	150 mm

4.4.3 Carga hidráulica

Tabela 5. Principais parâmetros do projeto.

Zona de digestão		
Vazão média (Q)	800 l/dia	0.8 m ³ /dia
Fórmula vazão máxima horária (Q _{máx/hora})	Q _{máx/hora} = 1,2 . Q	
Vazão máxima horária (Q _{máx/hora})	960 l/dia	0.96 m ³ /dia
Carga Hidráulica Volumétrica		

Fórmula da Carga Hidráulica Volumétrica para Q média (CHV _{média})	$CHV_{média} = Q/V_{útil}$
Carga Hidráulica Volumétrica (CHV _{média})	0,375
CHV _{médio} recomendado	< 4
Fórmula da Carga Hidráulica Volumétrica para Q máxima (CHV _{máxima})	$CHV_{máximo} = Q_{máx}/V_{útil}$
Carga Hidráulica Volumétrica (CHV _{máxima})	0,45
CHV _{máximo} recomendado	<6
Tempo de Detenção Hidráulica	
Fórmula do Tempo de Detenção Hidráulica para Q média (TDH _{média})	$TDH_{média} = \frac{V_{útil} \cdot 24}{Q}$
Tempo de Detenção Hidráulica para Q média (TDH _{média})	63,9 horas
Fórmula do Tempo de Detenção Hidráulica para Q máxima (TDH _{máxima})	$TDH_{máxima} = \frac{V_{útil} \cdot 24}{Q_{máx}}$
Tempo de Detenção Hidráulica para Q média (TDH _{máxima})	53,25 horas
Velocidade Superficial do Fluxo	
Fórmula da Velocidade Superficial do Fluxo para Q média (VS _{média})	$VS_{média} = \frac{Q_{médio}}{Área}$
Velocidade Superficial do Fluxo para Q média (VS _{média})	0,60 m/hora
Fórmula da Velocidade Superficial do Fluxo para Q máxima (VS _{máx})	$VS_{média} = \frac{Q_{máx}}{Área}$
Velocidade Superficial do Fluxo para Q máxima (VS _{máx})	0,72 m/hora

4.4.4 Formação de Lodo

Os cálculos referentes à formação de lodo no tanque séptico estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6. Dados, cálculos e informações referente à formação de lodo no tanque séptico.

Produção de lodo		
Fórmula de produção de lodo (P _{lodo})	(P _{lodo})= Y.DQO	
Y (van Haandel e Lettinga, 1994)	0,15 mg SSV/mg DQO	
DQO	2880 g DQO/dia	2,88 kg DQO/dia
Produção de lodo (P _{lodo})	0,432 kg SSV/dia	
Densidade do lodo (ρ _{lodo})	1.030 kg/L	
Fórmula do Volume de lodo (V _{lodo})	$V_{lodo} = \frac{P_{lodo}}{\rho_{lodo}}$	
Volume de lodo (V _{lodo}) produzido diariamente	0,041 m³/dia	41 l/dia
Fórmula do Volume acumulado (V _{acúmulo})	$(V_{acúmulo})=H_a \cdot \pi \cdot (D/2)^2$	
Altura máxima de acúmulo (H _a)	H _a =altura do tanque/2	

Volume acumulado ($V_{acúmulo}$)	1,07 m ³	1.070 litros
Fórmula da digestão de lodo (T_{limp})	$T_{dig} = \frac{V_{acúmulo}}{V_{lodo}}$	
Tempo de digestão (T_{limp})	26 dias	
K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação do lodo fresco.	57 dias	

4.5 Filtro anaeróbio

A seguir estão descritas as principais especificações técnicas, parâmetros do projeto e o dimensionamento para o filtro anaeróbio, tendo como base os dados do local de implantação do sistema, a NBR 13969/97 e autores renomados da área.

4.5.1 Especificações técnicas

Sobre a construção do filtro a norma nos traz alguns detalhes:

- A altura do leito filtrante é limitada em até 1,20 metros, isso já incluído a espessura do fundo falso que dever ser de 0,60 metros;
- A laje do fundo falso de possuir furos de 2,5 cm com espaçamento de 15 cm entre eles;
- Volume útil mínimo do meio filtrante deve ser de 1.000 litros;
- Carga hidrostática mínima de 0,10 m, ou seja, o nível de saída do efluente deve estar 0,10 m abaixo da entrada;
- Tubo guia de limpeza com diâmetro de 0,20 m;
- O dispositivo de saída deve ser constituído de vertedor tipo calha, com 0,10m de largura e com comprimento igual ao diâmetro do filtro;
- O meio filtrante deve ter granulometria uniforme, normalmente brita nº 4 ou 5.

4.5.2 Dimensionamento do filtro anaeróbio

A tabela a seguir apresenta os dados de entrada para o dimensionamento do tanque:

Tabela 7. Dados de entrada para dimensionamento do filtro anaeróbio.

Dimensionamento	
N = número de pessoas ou unidade de contribuição	5 pessoas
C = contribuição de despejos	160 l/dia
T = período de detenção conforme a norma, em dias	1 dia
Temperatura mínima do mês mais frio	16,4 °C

Segundo a norma, o volume útil de leito filtrante (V_{lf}) deve ser calculado pela seguinte fórmula:

$$V_{lf} = 1,60 \times N \times C \times T \Rightarrow 1,6 \times 5 \times 160 \times 1$$

$$V_{lf} = 1.280 \text{ litros} = 1,28 \text{ m}^3$$

Para o projeto, o diâmetro interno será de 1,35m, sendo este um dos valores encontrado para os anéis de concreto pré-moldado comerciais, e 1,20 de altura para o leito filtrante.

Estas dimensões atendem ao volume útil de leito filtrante (V_{lf}) conforme o cálculo a seguir:

$$V_{ef} = h \times (D^2 \times \pi)/4 \Rightarrow V_{ef} = 1,2 \times (1,35^2 \times \pi)/4$$

$$V_{ef} = 1,71 \text{ m}^3$$

Serão utilizados tubos de esgoto de 150 mm na entrada do filtro anaeróbio devido esta ser a dimensão mínima para coletores prediais.

Na tabela a seguir temos um resumo das informações construtivas do tanque, porém mais detalhes poderão ser observados no desenho anexo.

Tabela 8. Detalhes construtivos do filtro anaeróbio.

Detalhes	
Material construtivo	Anel concreto pré-moldado (5cm de espessura)

Revestimento	Produto impermeabilizante
Formato	Cilíndrico
Volume útil (Vu)	1,28 m ³
Volume efetivo (Vef)	1,71 m ³
Altura útil	1,20
Altura total	2,10 m
Diâmetro interno	1,35 m
Diâmetro externo	1,45 m
Material do leito filtrante	Brita nº 4
DN tubulações E/S	150 mm

4.6 Sumidouro

A seguir estão descritas as principais especificações técnicas, parâmetros do projeto e o dimensionamento para o sumidouro, tendo como base os dados do local de implantação do sistema, a NBR 13969/97 e autores renomados da área.

4.6.1 Especificações técnicas

Sobre a construção do sumidouro a norma nos traz alguns detalhes:

- O menor diâmetro interno deverá ser de 0,30m;
- Deve ser mantida uma distância mínima vertical entre o fundo do sumidouro e o lençol freático de 1,5 m;
- As paredes devem ser feitas com materiais permeáveis;
- O fundo deve ser preenchido com cascalho, coque ou brita nº 3 ou 4, com altura igual ou superior a 0,5 m;
- A deve ficar ao nível do terreno e serem construídas de concreto armado, possuindo abertura para inspeção e com uma dimensão mínima de 0,6 m.
- O sumidouro deve ser dimensionado considerando o mesmo volume útil adotada para o cálculo do tanque séptico.
- Para o cálculo da área de infiltração deve ser considerada a área vertical interna do sumidouro abaixo da geratriz inferior da

tubulação de lançamento do afluente no sumidouro, acrescida da superfície do fundo.

4.6.2 Dimensionamento do sumidouro

A tabela a seguir apresenta os dados de entrada para o dimensionamento do sumidouro:

Tabela 9. Dados de entrada para dimensionamento do sumidouro.

Dimensionamento	
Volume útil mínimo a ser considerado (V_u)	2,13 m ³
Vazão afluente (Q)	0.8 m ³ /dia – 800 l/dia
Tipo de solo predominante no local	Argiloso
Coefficiente de infiltração adotado (C_i)	40 l/m ² .dia

Segundo a Jordão e Pessoa (2010), na falta dos testes de infiltração, podemos utilizar os valores de coeficiente de infiltração que são indicados na tabela 17.5 de seu livro. Para este projeto, baseado no tipo de solo predominante no local, adotou-se o valor de 40 l/m².dia.

Ainda segundo os autores, o cálculo da área de infiltração (A) necessária para o sumidouro é dado pela seguinte expressão:

$$A = Q / C_i \Rightarrow 800 / 40$$

$$A = 20 \text{ m}^2$$

Para o projeto, será adotado um sumidouro de formato circular, com diâmetro interno de 2,5m.

Com base nisso, a altura útil (h) do sumidouro será dada pela seguinte equação:

$$h = A - \pi * r^2 / 2 * \pi * r \Rightarrow 20 - \pi * (1,25)^2 / 2 * \pi * 1,25$$

$$h = 1,92 \text{ m}$$

Será adotado uma altura de 2 m, sendo que estas dimensões atendem a área de infiltração necessária.

Serão utilizados tubos de esgoto de 150 mm na entrada do filtro anaeróbio devido esta ser a dimensão mínima para coletores prediais.

Na tabela a seguir temos um resumo das informações construtivas do tanque, porém mais detalhes poderão ser observados no desenho anexo.

Tabela 10. Detalhes construtivos do sumidouro.

Detalhes	
Material construtivo	Anel de concreto pré-moldados e perfurados (07mm de espessura)
Volume útil (Vu)	2,13 m ³
Altura útil	2 m
Altura total	2,80 m
Diâmetro interno	2,5 m
Diâmetro externo	2,64 m
Material filtrante	Brita nº 4
DN tubulações entrada	150 mm

4.7 Eficiência estimada do sistema

Segundo a NBR 13969/97 a combinação do tanque séptico e filtro anaeróbio submerso possuem as prováveis faixas de remoção de poluentes conforme a tabela a seguir:

Tabela 9. Faixas prováveis de remoção dos poluentes considerando o conjunto fossa filtro conforme NBR.

Parâmetro	Faixas de remoção (em %)
DBO_{5,20}	40 a 75
DQO	40 a 70
SNF	60 a 90
Sólidos sedimentáveis	70 ou mais
Fosfato	20 a 50

Para o mesmo sistema, Jordão e Pessoa (2010) estabelecem que a remoção de DBO₅ fica entre 70% a 85%

É válido acrescentar que tais eficiências são atingidas desde que se mantenham em dia a manutenção e limpeza do sistema.

5. Procedimentos de operação e manutenção

A seguir são descritos os principais procedimentos de operação e manutenção do sistema.

5.1 Fossa séptica

Para o uso correto do tanque séptico, são necessárias manutenções periódicas para limpeza, destacando para esse fim as empresas chamadas “limpa fossa”, que são empresas privadas contratadas diretamente pelos usuários para realizar a retirada do lodo que se concentra no sistema e proceder a sua disposição final.

A NBR 7229 (ABNT, 1993) estabelece que o tempo de limpeza do tanque séptico deve ser o mesmo previsto em projeto, mas permite o aumento ou uma diminuição no intervalo caso ocorram variações nas vazões previstas.

A norma ainda recomenda que a limpeza do tanque séptico não seja completa com a finalidade de manter as bactérias para continuar o tratamento, para este fim deve-se deixar cerca de 10% do volume de lodo existente. Antes de qualquer operação no interior dos tanques, deve-se deixar sua tampa aberta por no mínimo 5 minutos, prevenindo o risco de explosões e intoxicação proveniente dos gases produzidos no tanque séptico.

5.2 Filtro anaeróbio

Os despejos resultantes da limpeza do filtro anaeróbio em nenhuma hipótese devem ser lançados em cursos de água ou nas galerias de águas pluviais. Seu recebimento em Estações de Tratamento de Esgotos é sujeito à prévia aprovação e regulamentação por parte do órgão responsável pelo sistema sanitário local.

No caso de o sistema já possuir um leito de secagem, o despejo resultante da limpeza do filtro anaeróbio deve ser lançado naquele.

O filtro anaeróbio deve ser limpo quando for observada a obstrução do leito filtrante, observando-se os dispostos a seguir:

- Para a limpeza do filtro deve ser utilizada uma bomba de recalque, introduzindo-se o mangote de sucção pelo tubo-guia, quando o filtro dispuser daquele;
- Se constatado que a operação acima é insuficiente para retirada do lodo, deve ser lançada água sobre a superfície do leito filtrante, drenando-a novamente. Não deve ser feita a “lavagem” completa do filtro, pois retarda a partida da operação após a limpeza;

5.3 Sumidouro

Os efluentes líquidos que vão para o sumidouro ainda possuem materiais orgânicos, e a presença desses materiais colmatam a superfície do solo ao redor do sumidouro, diminuindo a sua capacidade de infiltração. Esse fator é um dos mais importantes para determinar o intervalo das manutenções que devem ser realizados no sumidouro.

Recomenda-se a inspeção do sumidouro a cada seis meses, e em caso de uma grande redução da capacidade de absorção do solo, deve-se construir uma nova unidade para a recuperação do sumidouro.

No caso da ocorrência da colmatção, o solo deverá ser removido. O contato da superfície colmatada diretamente com o ar recupera a capacidade de infiltração do solo, através da eliminação do biofilme. Para um bom resultado na recuperação da capacidade de infiltração do solo, esse contato da parede do sumidouro diretamente com o ar deve ser de pelo menos seis meses. Para sumidouros que não serão mais utilizados, estes devem ser cheios por pedras ou terra.

Uma medida que retarda a colmatção do sumidouro é a passagem do esgoto gerado na cozinha pela caixa de gordura. Essa medida diminui a quantidade de gordura no esgoto e evita que a parede do sumidouro em contato com o solo seja impermeabilizada.

Referência

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7229: Projeto, Construção e operação de sistemas de tanques sépticos.** Rio de Janeiro, 1993.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13969: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro, 1997.

JORDÃO, Eduardo Pacheco. PESSOA, Constantino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos** - 6ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.

Cordeirópolis, 08 de março de 2021.



Arnaldo Zanarelli

Engenheiro Civil – CREA 0601426097

Responsável Técnico - S.A.A.E.