MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

Hospital Municipal Getúlio Vargas

Ampliação

Rua Adolfo Mattes, nº 236 – Estância Velha, RS

Santo Antônio da Patrulha, maio de 2023

Revisão 00 – Emissão inicial para orçamento

NÃO LIBERADO PARA EXECUÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

O presente memorial descritivo tem por objetivo especificar os serviços, materiais e técnicas construtivas que serão empregadas na instalação do sistema de tratamento de esgoto sanitário que atenderá a ampliação do Hospital Municipal Getúlio Vargas, em Estância Velha – RS. O memorial também apresenta os critérios adotados para o dimensionamento do sistema, bem como as normas que nortearam o desenvolvimento destes projetos e suas especificações.

Deverão ser observados, as normas e códigos de obras aplicáveis ao serviço, sendo que as prescrições da ABNT serão consideradas como elementos bases para quaisquer serviços ou fornecimentos de materiais e equipamentos.

As especificações contidas neste memorial são as mínimas necessárias para a execução do projeto, não podendo ser consideradas como limite. O executante das instalações deverá vistoriar o local para conferir medidas, quantificar eventuais equipamentos necessários para a execução, quantificar e orçar a totalidade dos serviços a serem executados. Deverão ser previstos todos os componentes necessários, mesmo àqueles que embora não claramente citados, sejam necessários para atingir o perfeito funcionamento das instalações hidrossanitárias.

As normas e especificações contidas neste documento deverão ser rigorosamente obedecidas, valendo como se efetivamente fossem transcritas nos contratos para execução de obras e serviços. O projeto foi concebido de acordo com as Normas Brasileiras, as legislações Municipais, Estaduais e Federais pertinentes, assim como entendimentos havidos com o cliente. A seguir, está listada a documentação básica utilizada para elaboração dos projetos:

NBR 07229/1993 – Construção e instalação de tanques sépticos;

NBR 08160/1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução;

NBR 11887/2015 – Hipoclorito de cálcio – Aplicação em saneamento básico – Especificação técnica, amostragem e métodos de ensaio;

NBR 13969/1997 – Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos;

Resolução – RDC nº 50 – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

2. GENERALIDADES

A Contratada deverá realizar visita técnica ao local da obra para verificar todas as interferências, a localização da obra proposta, as definições técnicas e administrativas, levantar todas e quaisquer dúvidas relacionadas ao escopo dos serviços e nesta ocasião dirimir junto à Fiscalização da obra.

Em nenhuma hipótese serão aceitas alegações de desconhecimento acerca de

condições locais e/ou dados insuficientes e/ou qualquer lapso na obtenção destas informações, bem como eventuais repercussões em custo e prazo de execução dos serviços.

A Contratada deverá, na sua proposta, confirmar o atendimento integral a todos os itens do presente Memorial e dos documentos de projeto.

A Contratada, antes do início das instalações, deverá conferir todos os desenhos, confirmar cotas e detalhes de montagem.

A locação e nivelamentos necessários à execução dos elementos que compõem este projeto deverão ser, obrigatoriamente, efetuados com o acompanhamento de topógrafo.

A Contratada deverá registrar, desde que devidamente autorizada pela Fiscalização, as modificações introduzidas nas fases de execução, sendo que a sua entrega e aceitação são consideradas como parte integrante da obra.

A instalação dos equipamentos envolvidos no presente projeto deverá ser executada seguindo estritamente as especificações do respectivo fabricante ou do projeto.

Os sistemas deverão ser entregues pela Contratada em perfeitas condições de funcionamento.

A largura da vala de instalação dos tanques terá dimensão mínima de 60 cm maior em cada lado dos mesmos, considerando a base dos tanques, para maior facilidade de locação e instalação dos equipamentos. Deve ser observado ainda, que para determinados conjuntos de tanques, as bases são em níveis diferentes.

3. DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Nome: Hospital Municipal Getúlio Vargas;

Local: Rua Adolfo Mattes, nº 236;

Município: Estância Velha – RS;

Área total de ampliação: 3.033,50 m².

4. SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS (TANQUE SÉPTICO, FILTRO ANAERÓBIO E CAIXA DE DESINFECÇÃO)

Todo o esgoto sanitário da ampliação do hospital será encaminhado e lançado em um sistema de tratamento formado por tanques sépticos, filtros anaeróbios e caixa de desinfecção, conforme indicado no documento DE-2023-002-HID-DET-05, para após ser conduzido até a rede pública municipal de drenagem pluvial existente junto ao lote.

A tecnologia de reatores anaeróbios para o tratamento de esgoto sanitário vem sendo extensivamente desenvolvida no Brasil. Este tipo de sistema de tratamento de esgoto foi escolhido por apresentar inúmeras vantagens, como baixos custos de construção e operação e baixa produção de lodo. Assim, os reatores anaeróbios demonstram ser alternativa bastante atrativa para a mitigação dos problemas de saneamento básico urbano e, principalmente, das áreas rurais.

A associação de 02 reatores anaeróbios (tanque séptico e filtro anaeróbio de fluxo ascendente) sendo o segundo com camada de brita n° 4 apresenta uma eficiência em termos de remoção de DBO e DQO em torno de 70 a 75% e de SST acima de 70%, tornando-se uma boa escolha, uma vez que não há efluentes específicos a serem tratados, sendo uma ótima alternativa também uma vez que não é sabido se haverá responsáveis pela operação de outros sistemas mais complexos.

O tanque séptico e o filtro anaeróbio deverão ser construídos para que sejam estanques, ou seja, para que não permitam a saída do efluente sanitário presente no interior dos mesmos para ser tratado e nem a entrada de líquidos presentes no solo que estejam do lado de fora a fim de atrapalhar o tratamento nessa etapa.

O efluente chega ao tanque séptico, onde começa seu processo de tratamento ao passar por uma manta de lodo que se forma com a retenção e a passagem do próprio efluente pelo tanque. A depuração e a redução da carga orgânica são iniciadas nesta fase. Em seguida, o efluente segue para o filtro anaeróbio onde é distribuído no fundo do mesmo. O filtro anaeróbio consiste em um reator biológico onde o efluente é depurado por meio de microrganismos anaeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante.

Por fim, o efluente do filtro anaeróbio segue para a caixa de desinfecção, onde o esgoto entrará em contato com uma câmara de desinfecção por contato direto pelo período mínimo de 30 minutos. Nesta câmara será instalado um cesto para a colocação das pastilhas de cloro, que ficarão em contato direto com o efluente. O tempo de detenção de 30 minutos confere ao sistema uma melhor eficiência na desinfecção, sendo importante para a remoção dos organismos patogênicos presentes nos esgotos.

Após a passagem pela caixa de desinfecção, o esgoto tratado será encaminhado para a rede pública de drenagem pluvial, mediante aprovação da Prefeitura Municipal de Estância Velha.

Para o bom funcionamento do conjunto séptico e conforto do usuário, as instalações das pias de cozinha, tanques de lavar roupa e lavatórios deverão ser previamente dotadas de caixa de gordura, válvula da pia, sifões, caixa de passagem, ventilação e demais elementos exigidos no projeto.

Como regra geral, quanto mais concentrado é o esgoto, mais fácil é o seu processo de depuração. Sendo assim, no planejamento do sistema de tratamento de esgotos, é de fundamental importância a redução do seu volume. Isto exige,

frequentemente, a mudança de procedimento nas atividades consumidoras de água, no hábito dos usuários, na adoção de equipamentos e dispositivos sanitários que demandem menos água para funcionamento, tais como torneiras com menor vazão e mesmo poder de lavagem, vasos sanitários com volume menor de água necessária, no reuso das águas antes do seu lançamento ao sistema de tratamento, etc.

5. TANQUE SÉPTICO

O tanque ou fossa séptica é uma unidade de tratamento primário de esgoto doméstico na qual são feitas a separação e degradação da matéria sólida contida no esgoto. Trata-se de uma benfeitoria complementar e necessária às moradias e é fundamental no combate a doenças, verminoses e endemias, pois evita o lançamento dos dejetos humanos diretamente em rios, lagos, nascentes ou mesmo na superfície do solo. O seu uso é essencial para a melhoria das condições de higiene da população onde não existe rede coletora de esgoto sanitário. Esse tipo de tanque nada mais é que um tanque enterrado, que recebe os esgotos (dejetos e águas servidas), retém a parte sólida e inicia o processo de tratamento.

De acordo com a NBR 7229, é vedado o encaminhamento das águas de drenagem pluvial ao tanque séptico, assim como quaisquer outros despejos capazes de causar interferência negativa em alguma etapa do processo de tratamento ou ainda a elevação excessiva da vazão do esgoto afluente, como os provenientes de piscinas e de lavagens de reservatórios de água.

O tanque séptico está instalado em local apropriado, de forma a garantir as seguintes distâncias horizontais mínimas:

- 1,50 m de construções, limites de terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água;
- 3,0 m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água;
- 15,0 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza.

5.1. Dimensionamento

Os dados básicos para o dimensionamento dos tanques sépticos são o número de pessoas a serem atendidas e o volume de esgoto produzido por pessoa por dia.

A população que ocupará a edificação pode ser estimada conforme estabelecido no Decreto nº 9369/88 – Código de instalações prediais de água e esgoto da cidade de Porto Alegre, que segue replicado na tabela 1 a seguir.

Tabela 1: valores mínimos para o cálculo da população

Apartamentos e residências: a) dormitório de até 12 m² b) dormitório com mais de 12 m²	 02 pessoas 03 pessoas
Cinemas, teatros e templos	01 lugar para cada 0,7 m² de área
Escritórios:	01 pessoa para cada 7,0 m² de área
Banco	01 pessoa para cada 5,0 m² de área
Restaurante	01 pessoa para cada 1,5 m² de área
Sala de hotéis:	01 pessoa para cada 5,5 m² de área
Museus e bibliotecas:	01 pessoa para cada 5,5 m² de área
Nota: para os estabelecimentos não constantes na tabela acima, é adotado o mesmo critério da concepção do projeto arquitetônico.	

O volume de esgoto produzido por pessoa por dia é função do nível de consumo de água. De acordo com a NBR 7229, adota-se no cálculo da contribuição dos despejos, 80% do consumo local de água. Na ausência de dados locais, a mesma norma fornece uma tabela com indicações para diversos tipos de edificações, das contribuições de esgoto sanitário e do volume de lodo fresco produzido por pessoa por dia. Esta tabela está reproduzida a seguir:

Tabela 2: contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante

Edificação	Unidade	Contribuição de esgotos (C)	Contribuição de lodo fresco (Lf)
Ocupantes permanentes:			
- Residência			
- Padrão alto pessoa	Pessoa	160 litros	1,0 litro
- Padrão médio pessoa	Pessoa	130 litros	1,0 litro
- Padrão baixo pessoa	Pessoa	100 litros	1,0 litro
- Hotel (exceto lavanderia e cozinha)	Pessoa	100 litros	1,0 litro
- Alojamento provisório	Pessoa	80 litros	1,0 litro
Ocupantes temporários			
- Fábrica em geral	Pessoa	70 litros	0,30 litro
- Escritório pessoa	Pessoa	50 litros	0,20 litro
- Edifícios públicos ou comerciais	Pessoa	50 litros	0,20 litro
- Escolas (externatos) e locais de longa permanência	Pessoa	50 litros	0,20 litro
- Bares	Pessoa	6 litros	0,10 litro
- Restaurantes e similares	Refeição	25 litros	0,10 litro
- Cinemas, teatros e locais de curta permanência	Lugar	2 litros	0,02 litro
- Sanitários públicos (A)	Bacia Sanit.	480 litros	4,0 litros
(A) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.).			

O volume útil total do tanque séptico deve ser calculado pela expressão:

$$V = 1.000 + N \cdot (C \cdot Td + K \cdot Lf) \quad (1)$$

onde:

V = volume útil em litros;

N = número de habitantes ou unidades de contribuição;

C = contribuição de despejos, em litros/habitante.dia ou em litros/unidade.dia;

Td = tempo de detenção, em dias;

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco;

Lf = contribuição de lodo fresco, em litros/habitante.dia ou litros/unidade.dia.

Os tanques sépticos devem ser projetados para períodos mínimos de detenção, conforme a tabela abaixo.

Tabela 3: período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária

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

A taxa de acumulação total de lodo é obtida em função dos volumes de lodo digerido e em digestão, produzidos por cada usuário, das faixas de temperatura ambiente (média do mês mais frio) e o intervalo entre as limpezas, do tanque. A tabela 4 retrata as taxas resultantes estabelecidas na NBR 7229.

Tabela 4: taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa temperatura ambiente (t), em °C		
	t ≤ 10	10 < t ≤ 20	t > 20
01	94	65	57
02	134	105	97
03	174	145	137
04	214	185	177
05	254	225	217

Cabe observar que o prolongamento do tê de saída do tanque séptico dever ter um comprimento de, no mínimo, 1/3 da altura da lâmina de água. Sem esse prolongamento, a fossa não cumpriria a função de tratar o esgoto e funcionaria simplesmente como uma caixa de passagem, não garantindo o tempo de detenção do líquido no tanque, tempo esse necessário para o efetivo tratamento.

A tabela a seguir resume o dimensionamento do tanque séptico para a edificação em questão:

Tabela 5: resultados do dimensionamento do tanque séptico

Tipo de habitação	Número de contribuintes (N)	Contribuição diária de despejos (Litros/pessoa.dia)	Contribuição total (Litros/dia)
Hospital	60 leitos	200	12.000
Total			12.000

Tipo de habitação	Contribuição diária de lodo fresco (Litros/pessoa.dia)	Contribuição total de lodo fresco (Litros/dia)
Edifícios públicos ou comerciais	1,00	60,0
Total		60,0

Tempo de detenção de despejos (dias)	Intervalo entre limpezas (anos)	Temperatura média do mês mais frio (°C)	Taxa de acumulação de lodo (dias)
0,50	1,0	10	94

Volume útil calculado (m³)	Volume útil efetivo (m³)	Formato do tanque	Diâmetro (m)	Profundidade útil (m)	Número de câmaras

12,64	12,72 (três tanques de 4,24 m³ cada)	Circular	2,0	1,35	Câmara única

5.2. Procedimentos construtivos

Os materiais empregados na execução dos tanques sépticos, tampões de fechamento e dispositivos internos são projetados de modo a conferir resistência mecânica adequada às solicitações a que cada componente será submetido e ainda resistência ao ataque químico de substâncias contidas no esgoto afluente ou geradas no processo de digestão.

As medidas internas dos tanques foram dimensionadas considerando as seguintes observações:

- Profundidade útil: varia entre os valores mínimos e máximos recomendados na tabela 6, de acordo com o volume útil obtido pela expressão (1);
- Diâmetro interno mínimo: 1,10 m;
- Largura interna mínima: 0,80 m;
- Relação comprimento/largura (para tanques prismáticos retangulares): mínimo 2:1 e máximo 4:1.

Tabela 6: profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil

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

O emprego de câmaras múltiplas em série é recomendado especialmente para os tanques de volumes pequeno a médio, servindo até 30 pessoas. Para observância de melhor desempenho quanto à qualidade dos efluentes, recomendam-se os seguintes números de câmaras:

- Tanques cilíndricos: três câmaras em série (as proporções entre as câmaras são de 2:1, em volume, da entrada para a saída);
- Tanques prismáticos retangulares: duas câmaras em série (a proporção entre as câmaras é de 2:1, em volume, da entrada para a saída).

As câmaras devem comunicar-se mediante aberturas com área equivalente a 5% da seção vertical útil do tanque no plano de separação entre elas. As seguintes

relações de medida devem ser observadas para as aberturas:

- Distância vertical mínima da extremidade ou geratriz superior da abertura ao nível do líquido: 0,30 m;
- Distância vertical mínima da extremidade inferior da abertura à soleira do tanque: metade da altura útil para tanques dimensionados para limpeza a intervalos de até três anos, e dois terços da altura útil para tanques dimensionados para limpeza a intervalos superiores a três anos;
- Menor dimensão de cada abertura: 3 cm.

Os dispositivos de entrada e saída, constituídos por três sanitários ou septos, devem observar as seguintes relações de medidas:

- Dispositivo de entrada: parte emersa, pelo menos 5 cm acima da geratriz superior do tubo de entrada, e parte imersa aprofundada até 5 cm acima do nível correspondente à extremidade inferior do dispositivo de saída;
- Dispositivo de saída: parte emersa nivelada, pela extremidade superior, ao dispositivo de entrada, e parte imersa medindo um terço da altura útil do tanque a partir da geratriz inferior do tubo de saída;
- As geratrizes inferiores dos tubos de entrada e saída são desniveladas em 5 cm;
- Entre a extremidade superior dos dispositivos de entrada e saída e o plano inferior da laje de cobertura do tanque, deve ser preservada uma distância mínima de 5 cm.

As aberturas de inspeção dos tanques sépticos são projetadas em número e disposição tais que permitam a remoção do lodo e da escuma acumulados, assim como a desobstrução dos dispositivos internos. As seguintes relações de distribuição e medidas devem ser observadas:

- Todo tanque deve ter pelo menos uma abertura com a menor dimensão igual ou superior a 0,60 m, que permita acesso direto ao dispositivo de entrada do esgoto no tanque;
- O máximo raio de abrangência horizontal, admissível para efeito de limpeza, é de 1,50 m, a partir do qual nova abertura deve ser necessária;
- A menor dimensão das demais aberturas, que não a primeira, deve ser igual ou superior a 0,20 m;

- Os tanques executados com lajes removíveis em segmentos não necessitam de aberturas de inspeção, desde que as peças removíveis que as substituam tenham área igual ou inferior a 0,50 m²;

- Os tanques prismáticos retangulares de câmaras múltiplas devem ter pelo menos uma abertura por câmara.

Os tampões de fechamento dos tanques devem ser diretamente acessíveis para manutenção. Ou seja, revestimentos de piso executados na área dos tanques sépticos não podem impedir a abertura das tampas.

O tanque séptico projetado para a edificação possui formato cilíndrico e será executado em anéis de concreto pré-moldado, com encaixes tipo macho e fêmea, para sobreposição. A instalação de uma fossa séptica pré-moldada começa pela escavação da cava onde ela será enterrada no terreno, em seguida, o fundo da cava deve ser compactado, nivelado e coberto com uma camada de 5,0 cm de concreto magro (ou lastro de brita). A base de apoio dos anéis de concreto será uma laje em concreto armado moldada in loco (f_{ck} = 25 MPa), com espessura de 15,0 cm. O fechamento superior será realizado com tampa pré-moldada em concreto hermeticamente fechada, com chaminés de acesso e tampões de inspeção também em peças pré-fabricadas de concreto armado. O acabamento interno do tanque (paredes laterais e fundo) deverá ser revestido com argamassa impermeável, espessura mínima de 1,5 cm, para que impeça infiltrações e vazamentos.

5.3. Inspeção

Antes de entrar em funcionamento, o tanque séptico deve ser submetido ao ensaio de estanqueidade, realizado após ele ter sido saturado por no mínimo 24 h. A estanqueidade é medida pela variação do nível de água, após preenchimento, até a altura da geratriz inferior do tubo de saída, decorridas 12 h. Se a variação for superior a 3% da altura útil, a estanqueidade é insuficiente, devendo-se proceder à correção de trincas, fissuras ou juntas. Após a correção, novo ensaio deve ser realizado.

5.4. Identificação

O tanque séptico deve conter uma placa de identificação com as seguintes informações, gravadas de forma indelével, em lugar visível:

- Identificação: nome do fabricante ou construtor e data de fabricação;

- Tanque dimensionado conforme a NBR 7229;

- Temperatura de referência: conforme o critério de dimensionamento adotado;

- Condições de utilização: tabela associando números de usuários e intervalos

de limpeza permissíveis.

6. FILTRO ANAERÓBIO

O filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente é de grande eficiência no tratamento de efluentes sanitários. Consiste em um reator biológico, ou seja, caixa com pedra britada onde o esgoto é depurado por meio de microrganismos não aeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante (camada de brita). O efluente do filtro anaeróbio, já tratado, livre de resíduos orgânicos, é encaminhado para caixa de desinfecção.

6.1. Dimensionamento

Assim como no caso do tanque séptico, os dados básicos para o dimensionamento dos filtros anaeróbios são o número de pessoas a serem atendidas e o volume de esgoto produzido por pessoa por dia. A população que ocupará a edificação segue os mesmos parâmetros já indicados na tabela 1. O volume de esgoto produzido por pessoa é também adotado conforme indica a tabela 2. O volume útil do leito filtrante (V_u) é obtido pela expressão:

$$V_u = 1{,}6 \cdot N \cdot C \cdot T \qquad (2)$$

onde:

V_u = volume útil do leito filtrante, em litros;

N = número de contribuintes;

C = contribuição de despejos, em litros/habitantes.dia;

T = tempo de detenção hidráulica, em dias.

O volume útil mínimo do leito filtrante deve ser de 1.000 litros. A altura do leito filtrante, já incluindo a altura do fundo falso, deve ser limitada a 1,20 m. A altura do fundo falso deve ser limitada a 0,60 m, já incluindo a espessura da laje.

O tempo de detenção hidráulica é obtido em função da contribuição diária de esgoto e das faixas de temperatura ambiente (média do mês mais frio). A tabela 7 demonstra os tempos estabelecidos na NBR 13969.

Tabela 7: tempo de detenção hidráulica de esgotos (T), por faixa de vazão e temperatura do esgoto (em dias)

Contribuição diária (litros)	**Valores de T por faixa temperatura ambiente (t), em °C**

	t ≤ 15	15 < t ≤ 25	t > 25
Até 1500	1,17	1,00	0,92
De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83
De 3001 a 4500	1,00	0,83	0,75
De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67
De 6001 a 7500	0,83	0,67	0,58
De 7501 a 9000	0,75	0,58	0,50
Acima de 9000	0,75	0,50	0,50

A tabela a seguir resume o dimensionamento do filtro anaeróbio para a edificação em questão:

Tabela 8: resultados do dimensionamento do filtro anaeróbio

Tipo de habitação	Número de contribuintes (N)	Contribuição diária de despejos (Litros/pessoa.dia)	Contribuição total (Litros/dia)
Hospital	60 leitos	200	12.000
Total			12.000

Dados Adicionais:

Temperatura do mês mais frio: 10°C;

Tempo de detenção hidráulica: 1 dia;

Volume útil calculado (m³)	Vol. útil efetivo (m³)	Formato do filtro	Diâmetro (m)	Altura total do leito (m)	Altura do fundo falso (m)	Altura do vão livre (m)	Altura da calha (m)
19,20	23,32 m³ (três filtros de 7,78 m³ cada)	Circular	3,00	1,10	0,45	0,30	0,10

6.2. Procedimentos construtivos

A distribuição de esgoto afluente no fundo do filtro anaeróbio deve ser feita:

- Através de tubos verticais com bocais perpendiculares ao fundo plano, com uma distância entre aqueles de 0,30 m. A área do fundo do filtro a ser abrangida por cada bocal de distribuição deve ser inferior a 3,0 m²;
- Através de tubos perfurados (de PVC ou de concreto), instalados sobre o fundo inclinado do filtro.

A coleta de efluentes deve ser feita através de:

- Canaletas;
- Tubos perfurados;

A quantidade de canaletas ou tubulações e suas respectivas disposições devem ser definidas como segue:

- Nos filtros cilíndricos, uma canaleta ou tubo por cada bocal de distribuição, dispostos paralelamente ou perpendicularmente;
- Nos filtros retangulares, uma canaleta ou tubo por cada bocal de distribuição de esgotos, devendo os mesmos serem dispostos na mesma direção do maior lado do retângulo;
- Nos filtros cuja distribuição de esgoto afluente é feita através de tubos perfurados no fundo, como nos tanques retangulares, as canaletas ou tubos coletores devem ser dispostos paralelamente àquela do fundo (em planta). A distância entre duas canaletas consecutivas não deve ser superior a 1,5 m;

Os vertedores das canaletas ou furos dos tubos coletores de efluentes do filtro anaeróbio devem ser dispostos horizontalmente, de modo a coletar os efluentes uniformemente em todas as suas extensões.

O filtro deve possuir um dispositivo que permita a drenagem do mesmo pelo fluxo no sentido descendente, conforme os casos a seguir:

- Nos casos de filtros com fundo falso, um tubo-guia (Ø 150 mm em PVC) para cada 3 m² do fundo;
- Nos casos de filtros com distribuição de esgotos através de tubos perfurados instalados no fundo, este deve ter declividade de 1% em direção ao poço de drenagem.

O filtro anaeróbio projetado para a edificação possui formato cilíndrico e será executado em anéis de concreto pré-moldado, com encaixes tipo macho e fêmea, para sobreposição. As lajes de fundo, intermediária e tampa são também em concreto armado. Na laje intermediária (fundo falso), serão executados furos com diâmetros de aproximadamente 2,5 cm. O número total de cavas deve ser de tal modo que a somatória da área das cavas corresponda a, no mínimo, a 5% da área do fundo falso. O material filtrante para o filtro anaeróbio será a brita nº 4, com as dimensões mais uniformes possíveis. Não é permitida a mistura de pedras com dimensões distintas,

para não causar a obstrução precoce do filtro. A laje de cobertura do filtro deverá dispor de aberturas de inspeção que deverão ficar ao nível do terreno e posicionar-se sobre os tubos de entrada e tubos-guia. O leito filtrante deverá ter altura limitada a 1,20 m, já incluindo a altura do fundo falso. A altura do fundo falso deve ser limitada a 0,60 m, já incluindo a espessura da laje, conforme projeto. A instalação do filtro pré-moldado começa pela escavação da cava onde ele será enterrado no terreno, em seguida, o fundo da cava deve ser compactado, nivelado e coberto com uma camada de 5,0 cm de concreto magro (ou lastro de brita) para servir de apoio para a laje de fundo. O acabamento interno do filtro (paredes laterais e fundo) deverá ser revestido com argamassa impermeável, espessura mínima de 1,5 cm, para que impeça infiltrações e vazamentos.

6.3. Inspeção

Antes de entrar em funcionamento, o filtro anaeróbio deve ser submetido ao ensaio de estanqueidade, realizado após ele ter sido saturado por no mínimo 24 h. A estanqueidade é medida pela variação do nível de água, após preenchimento, até a altura da geratriz inferior do tubo de saída, decorridas 12 h. Se a variação for superior a 3% da altura útil, a estanqueidade é insuficiente, devendo-se proceder à correção de trincas, fissuras ou juntas. Após a correção, novo ensaio deve ser realizado.

6.4. Identificação

O filtro anaeróbio deve ser identificado através de placa afixada em lugar facilmente visível, ou por outro meio distinto, contendo:

- Data de fabricação e nome de fabricante;
- A conformidade com a Norma NBR 13939;
- O volume útil total e o número de contribuintes admissíveis.

7. CAIXA DE DESINFECÇÃO

Todos os efluentes que tenham como destino final corpos receptores superficiais ou galerias de águas pluviais, além do reuso, devem sofrer desinfecção. Neste sentido, a cloração constitui uma opção viável para a desinfecção do esgoto. Entre as alternativas existentes para cloração foi selecionado o método de cloração por pastilha (hipoclorito de cálcio), uma vez que estes representam menor preocupação em nível operacional. As pastilhas deve observar as especificações constantes na NBR 11887.

Para realizar o tratamento, será implantada uma caixa de desinfecção (clorador) na qual o esgoto oriundo do filtro anaeróbio terá contato direto com as pastilhas de hipoclorito de cálcio, com teor de cloro ativo igual a 65%. Assim, o efluente oriundo do sistema tanque/filtro sofre um tratamento químico, buscando prevenir a disseminação

das doenças de veiculação hídrica.

7.1. Dimensionamento

Os parâmetros de projeto da caixa de desinfecção são:

- Número de pessoas a serem atendidas e a contribuição de despejos, conforme já indicado no dimensionamento do tanque séptico e do filtro anaeróbio.
- Período de contato com o cloro: adota-se o período de detenção de 30 minutos.

O volume útil do clorador (V_d) é obtido pela expressão:

$$V_d = Q_p \cdot t_d \quad (3)$$

$$Q_p = \frac{N \cdot C}{86400} \quad (4)$$

onde:

V_d = volume útil do clorador, em litros;

Q_p = vazão máxima de projeto, em litros/segundo;

t_d = tempo de detenção hidráulica, em segundos;

N = número de contribuintes;

C = contribuição de despejos, em litros/habitantes.dia.

A tabela a seguir resume o dimensionamento do clorador para a edificação em questão:

Tabela 9: resultados do dimensionamento do clorador

N	60,00	-	Número de contribuintes
C	200,00	L/hab.dia	Contribuição de despejos
t_d	30,00	min.	Tempo de detenção hidráulica
Q_p	0,14	L/s	Vazão máxima de projeto
V_d	250,0	L	Volume útil mínimo do clorador

a	0,80	m	Comprimento do maior lado da caixa	
b	0,80	m	Comprimento do menor lado da caixa	
h	0,40	m	Altura útil da caixa	
V_d	260,00	L	**Volume adotado**	
			Verificação	**OK**

7.2. Procedimentos construtivos

A caixa de desinfecção (profundidade de até 1,80 m) será construída em alvenaria de tijolos maciços, revestida internamente com cimento e areia, traço 1:3, com impermeabilizante, alisado e queimado. As dimensões internas são indicadas em planta. O fundo da caixa será em concreto armado (fck = 25 MPa) e a tampa em ferro fundido. Para a armadura, é adotado aço CA-50A, conforme indicado nos detalhes.

Para cloração, serão utilizadas pastilhas de cloro, acopladas a um flutuador. Este conjunto é inserido no interior da caixa de desinfecção. Assim, a aplicação de cloro será feita de forma gradativa, na medida em que as pastilhas vão se dissolvendo. A dosagem pode ser controlada por uma grelha localizada na parte inferior do flutuador. O esgoto clorado deve conter, após o tempo de contato, uma concentração de cloro livre de pelo menos 0,5 mg/L.

8. SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS – OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

8.1. Operação dos tanques sépticos e filtros anaeróbios

Os tanques foram dimensionados para um período de limpeza máximo de 01 ano, conforme indicado no dimensionamento. Depois de decorrido este período deve ser suspensa a operação do sistema e ser procedida a operação de limpeza. Na operação do sistema e na operação de limpeza (remoção do lodo digerido) deverão ser atendidas as seguintes condições:

- Que nenhum manancial destinado ao abastecimento humano corra perigo de contaminação;
- Que não sejam prejudicadas as condições de balneabilidade dos locais de recreio e de esporte;
- Que não venham a serem observados odores desagradáveis, presença de insetos e outros inconvenientes;
- Que não haja poluição do solo capaz de afetar direta ou indiretamente pessoas

ou animais.

Desde que não sejam prejudicadas as condições acima relacionadas, o lodo digerido retirado das fossas, poderá ser enterrado, em aterro sanitário ou em estações de tratamento de esgotos sanitários (onde o lodo faz parte do tratamento) ou em ainda em pontos da rede coletora de esgoto sanitário, se houver. Os tanques deverão sofrer inspeção semestral. Quando for observada a diminuição da capacidade de funcionamento deverão ser executadas operações de limpeza. No caso de serem observados odores inconvenientes no início da operação do sistema, recomenda-se a introdução de 50 a 100 litros de lodo proveniente de fossas antigas ou na inexistência destas, de solo rico em húmus. Se na operação o tanque séptico produzir maus odores, é conveniente introduzir uma substância alcalinizante, por exemplo, a cal.

8.1.1. Operação e manutenção do tanque séptico

O bom funcionamento do tanque séptico está vinculado ao exercício correto de adequadas medidas operacionais e de manutenção. Examina-se a seguir cada etapa do tratamento.

Cuidados com o afluente

É conveniente evitar o uso de qualquer desinfetante no afluente do tanque séptico ou nos esgotos, já que isso inibirá a digestão dos lodos e, consequentemente, provocará a exalação de odores desagradáveis.

Um dos desinfetantes que se conhece como isento de tais efeitos é o hidróxido de cálcio ou cal extinta, porém o mesmo costuma combinar-se com certos componentes dos esgotos, resultando em materiais incrustantes. Isso poderá obstruir as tubulações e causar outros efeitos prejudiciais.

O desinfetante que, além de não provocar o desprendimento de maus odores, ainda auxilia a digestão e não se incrusta em qualquer superfície, é a cinza vegetal. Outro desinfetante, tal como o cloro ou equivalente só deve ser adicionado ao efluente destinado ao corpo receptor, que é o caso do efluente após a saída do filtro anaeróbio.

Limpezas periódicas

O intervalo entre duas limpezas consecutivas vai depender da intensidade do uso do tanque. Quanto maior o uso, menor o intervalo. Recomenda-se como mínimo o prazo de um ano. O ideal, porem, é subordinar a frequência das limpezas as condições do efluente no tanque. Quando, além da turbidez natural do liquido, se começar a perceber a presença de pequenas partículas de sólidos sedimentáveis, deve-se providenciar a retirada do material decantado no tanque. O volume adicional ocupado pelo lodo diminui o tempo de retenção, provocando sedimentação progressivamente menor, com o consequente arraste das partículas não decantadas, pois a velocidade aumenta com a contração da seção de escoamento. Quando da

remoção do lodo digerido, aproximadamente 10% de seu volume devem ser deixados no interior do tanque.

Para detectar essa situação, basta inspecionar periodicamente as condições do efluente na caixa de passagem que deve ser intercalada entre o tanque séptico e o sistema de tratamento secundário.

A remoção periódica de lodo e escuma deve ser feita por profissionais especializados que disponham de equipamentos adequados, para garantir que não haverá contato direto entre pessoas e lodo. É obrigatório o uso de botas e luvas de borracha. Em caso de remoção manual, é obrigatório o uso de máscara adequada de proteção.

No caso de tanques utilizados para o tratamento de esgotos não exclusivamente domésticos, como em estabelecimentos de saúde e hotéis, é obrigatória a remoção por equipamento mecânico de sucção e caminhão-tanque.

Anteriormente a qualquer operação que venha a ser realizada no interior dos tanques, as tampas devem ser mantidas abertas por tempo suficiente à remoção de gases tóxicos ou explosivos (pelo menos 5 min).

Controle de operação

A quantificação dos sólidos sedimentáveis indevidamente presentes no efluente do tanque é feita deixando-o por algum tempo em repouso dentro de tubos especiais, cujo fundo se afunila gradativa e suavemente, assumindo forma cônica. Tais tubos são conhecidos como “cones de *Imhoff*”. Seu fundo graduado mostra o volume de sólidos que ali decantaram durante o repouso.

Outro exame de interesse é a determinação da DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio, que é feita com o afluente do tanque e do filtro. Assim pode ser avaliada a redução conseguida pelo tratamento. A fossa simples, geralmente, tem a capacidade de reduzir o DBO em até 40% e se dar tal rendimento pode ser considerada eficiente.

8.1.2. Operação e manutenção do filtro anaeróbio

Quando o tanque séptico entrar em operação seu efluente alimentará diretamente o filtro anaeróbio.

Retirada do lodo

O lodo que se acumula no filtro anaeróbio deve ser periodicamente removido. A primeira retirada deve ser feita após um ano e meio de funcionamento e as subsequentes de acordo com o período indicado no dimensionamento. Deve-se programar retiradas simultâneas de sólidos do tanque séptico e do filtro anaeróbio nas mesmas datas para evitar onerar as limpezas.

O filtro anaeróbio deve ser provido de um sistema que possibilite essa operação.

No projeto apresentado foi previsto uma tubulação para a realização das limpezas que vai da tampa acabada até o fundo falso do filtro anaeróbio (tubo-guia).

Durante a operação de limpeza do filtro anaeróbio ele não deve ser esvaziado, devendo inserir pela tubulação citada um mangote flexível que vai até o fundo falso usando conjunto de bombas para a sucção do lodo.

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.

Limpeza da canaleta de saída do efluente.

A cada limpeza e manutenção do sistema, deve-se realizar a limpeza das canaletas de saída do efluente, retirando-se o excesso de materiais que possam interferir no caminho do efluente até o próximo processo que é a desinfecção.

8.1.3. Verificação da eficiência do sistema

É aconselhável que se verifique a cada mês (ou seis meses) a eficiência de remoção de carga orgânica e dos sólidos do sistema efetuando análises em amostras coletadas na entrada e saída do tanque séptico e na saída do filtro anaeróbio, um ponto provável para a coleta pode ser a caixa de distribuição dos efluentes que vão a rede pública de drenagem pluvial, pois já passou por todo o processo de tratamento proposto para o complexo.

Logo nos primeiros meses a eficiência do tratamento poderá ser desfavorável, devido ao início da operação. É necessário um período de pelo menos 3 meses até que as bactérias anaeróbicas tomem forma e comecem a realizar a neutralização da carga orgânica.

8.2. Operação e manutenção da caixa de desinfecção

A única manutenção a ser feita na caixa de desinfecção é a substituição ou reposição do elemento químico destinado a eliminar os organismos patogênicos.