

**Título Manual de Projetos da SANEAGO | 05.04 - Estação de Tratamento de Esgoto****Objetivo** Manual de Projetos da SANEAGO**Aplicação** SANEAGO**DIRETORIA DE EXPANSÃO (DIEXP)  
SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS E PROJETOS (SUESP)****GRUPO 05 – PROJETOS HIDRÁULICOS DE SES****MÓDULO 05.04 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO****Sumário**

1 - Apresentação.....	2
2 - Referências Normativas.....	2
3 - Definições.....	4
4 - Concepção e Anteprojeto.....	5
4.1 - Processos de tratamento de ETEs.....	5
4.2 - Caracterização dos efluentes.....	5
5 - Diretrizes Gerais.....	6
5.1 - Localização da ETE.....	6
5.2 - Recomendações gerais.....	7
5.3 - Recebimento de caminhões Limpa Fossas.....	9
5.4 - By-pass, extravasor e caixas divisoras de vazão.....	9
6 - ETE Pré-fabricada.....	10
7 - Materiais e Equipamentos.....	10
8 - Tratamento Preliminar.....	11
8.1 - Gradeamento e peneiramento – Remoção de sólidos grosseiros.....	11
8.2 - Desarenador – Remoção de areia.....	12
9 - Tratamento de Esgoto por Processos Físicos e Físico-Químicos.....	13
9.1 - Decantação Primária.....	13
9.2 - Flotação por Ar Dissolvido.....	14
9.3 - Desinfecção com compostos à base de cloro.....	14
10 - Tratamento de Esgotos por Processos Biológicos.....	15
10.1 - Reator Anaeróbio do tipo UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo).....	15
10.2 - Filtro anaeróbio.....	17
10.3 - Lagoas de estabilização.....	17
10.4 - Filtro biológico percolador.....	20
10.5 - Lodos ativados.....	21
11 - Tratamento do Lodo Gerado em ETE.....	23
11.1 - Desaguamento de lodo.....	23
11.2 - Estabilização e Higienização de lodo.....	25
12 - Gerenciamento de Resíduos.....	25

13 - Unidades Auxiliares.....	26
13.1 - Medição de Vazão.....	26
13.2 - Abastecimento de Água e Reúso.....	27
13.3 - Armazenamento de produtos químicos.....	27
14 - Diretrizes de Operação e Automação.....	27
15 - Conteúdo dos Documentos.....	28
15.1 - Memorial Descritivo.....	28
15.2 - Memorial de Cálculo.....	29
15.3 - Diretrizes de Operação.....	30
15.4 - Lista de Materiais.....	31
15.5 - Especificações Técnicas.....	31
15.6 - Desenhos.....	31
15.7 - Modelo BIM.....	35
16 - Referências Bibliográficas.....	35
17 - Considerações Finais.....	36
18 - Controle de Revisões.....	36

## 1 - APRESENTAÇÃO

Este Módulo, denominado “Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário”, aponta, em termos gerais, os estudos que devem ser realizados, os parâmetros mínimos a serem atendidos, as normas a serem consultadas e o conteúdo indispensável contido nos documentos entregues no âmbito da SANEAGO. Ressalta-se que os estudos, projetos e documentos produzidos não se limitam ao que aqui é apresentado, podendo ser complementados conforme necessário.

## 2 - REFERÊNCIAS NORMATIVAS

As principais referências para os serviços instruídos por este documento estão relacionadas a seguir. Salienta-se que a relação apresentada não exclui a necessidade de consulta e atendimento de outros documentos normativos relacionados e legislação pertinentes.

- NBR 7367: Projeto e assentamento de tubulações de PVC rígido para sistemas de esgoto sanitário
- NBR 9648: Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário
- NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário
- NBR 9814: Execução de rede coletora de esgoto sanitário – Procedimento
- NBR 11885: Grade de barras retas, de limpeza manual – Requisitos gerais
- NBR 12207: Projeto de interceptores de esgoto sanitário
- NBR 12208: Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de esgoto — Requisitos
- NBR 12208: Projeto de Estações Elevatórias de Esgotos Sanitários
- NBR 12209: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários

- NBR 12266: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água esgoto ou drenagem urbana – Procedimento
- NBR 12587: Cadastro de sistema de esgotamento sanitário – Procedimento
- NBR 13059: Grade fixa de barras retas com limpeza mecanizada – Especificação
- NBR 13160: Grade fixa de barras curvas, com limpeza mecanizada
- NBR 14486: Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário – Projeto de redes coletoras com tubos de PVC
- NBR 15645: Execução de obras utilizando tubos e aduelas pré-moldados em concreto
- NBR 16682: Projeto de linha de recalque para sistema de esgotamento sanitário – Requisitos
- NBR 17015: Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis
- NBR 15849: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento;
- Política Institucional de Resíduos Sólidos da SANEAGO (PIRS);
- Manual de Projetos da SANEAGO e;
- Manual de Obras da SANEAGO.

O dimensionamento hidráulico de uma Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário (ETE) deve obedecer, em especial, à NBR 12209. Nos casos omissos, ou onde as normas não forem aplicáveis, deverá ser apresentada justificativa e a referência da diretriz ou parâmetro adotado.

Para processos não normalizados pela ABNT, como Lagoas de Estabilização, devem ser observadas as diretrizes deste módulo do Manual de Projetos da SANEAGO bem como a literatura técnica especializada.

Outros critérios técnicos podem ser adotados, desde que justificados e aprovados e/ou solicitados pela SANEAGO.

Este Manual tem caráter complementar, não dispensando o conhecimento e obediência da legislação e das normas técnicas pertinentes, especialmente a norma NBR 12209 – Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.

Para algumas tecnologias para estações de tratamento de pequeno porte são apresentadas e devem atender a NBR 7229/1992 (Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos) e a NBR 13969/1997 (Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação) da ABNT.

Casos específicos, como decantação quimicamente assistida e filtração de areia, devem seguir também o indicado na ABNT NBR 12216 – Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público.

Os projetos de Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) internas das ETES devem considerar e atender, no que for pertinente, às diretrizes estabelecidas no **Módulo 05.03 – Estação Elevatória de Esgoto (IT00.0719)**, com as devidas particularidades.

### 3 - DEFINIÇÕES

As Definições utilizadas neste documento encontram-se no Módulo 100.01 – Apêndices – Glossário, com destaque para:

1. Estação Tratamento de Esgoto Sanitário (ETE): Conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades, cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento.
2. Biogás: Gás gerado no tratamento anaeróbio do esgoto ou do lodo em digestores anaeróbios, constituídos em sua maioria por metano.
3. Biomassa: Massa de microrganismos formada no tratamento biológico.
4. Carga Orgânica Volumétrica: Razão entre a carga orgânica (expressa em Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO ou Demanda Química de Oxigênio – DQO) aplicada por dia e do volume útil do reator, expresso em  $\text{kg}/\text{m}^3.\text{d}$  ou equivalente.
5. Coeficiente de Pico de Vazão: Coeficiente de variação K igual ao resultado da vazão máxima horária efluente à ETE, registrada no período de um ano, pela vazão média anual afluyente à ETE, incorporando também o amortecimento de picos de vazão que ocorrem na rede coletora e nos interceptores.
6. Eficiência do Tratamento: Valor de redução percentual dos valores representativos dos parâmetros de carga poluidora promovida pelo tratamento.
7. Lodo: Suspensão aquosa de componentes minerais e orgânicos separados no sistema de tratamento.
8. Taxa de Aplicação Hidráulica: Relação entre a vazão afluyente a uma unidade de tratamento e a área horizontal na qual essa vazão é distribuída, expressa em  $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{d}$ .
9. Taxa de Aplicação Orgânica Superficial: Relação entre a carga de DBO ou DQO introduzida por unidade de tempo numa unidade de tratamento e a área superficial na qual essa carga é distribuída, seja superfície líquida da unidade ou material suporte, expressa em  $\text{gDBO}(\text{ou DQO})/\text{m}^2.\text{d}$  ou equivalente.
10. Taxa de Aplicação Orgânica Volumétrica: Relação entre a carga de DBO ou DQO aplicada por dia e o volume útil da unidade de tratamento, expressa em  $\text{gDBO}(\text{ou DQO})/\text{m}^3.\text{d}$  ou equivalente.
11. Taxa de Aplicação de Sólidos: Relação entre a massa de sólidos introduzida numa unidade de tratamento e a área sobre a qual é aplicada, por unidade de tempo, expressa em  $\text{kgSS}/\text{m}^2.\text{d}$ .
12. Tempo de Detenção Hidráulica: Relação entre o volume útil de uma unidade de tratamento e a vazão afluyente, expressa em horas, dias ou equivalente.
13. Tratamento de Lodo: Conjunto de operações e processos unitários que visam à estabilização e a remoção da umidade do lodo e, em condições específicas, a sua higienização.
14. Tratamento Preliminar: Conjunto de operações e processos unitários que visam à remoção de sólidos grosseiros, areia e matéria oleosa, ocorrendo na parte inicial do tratamento.
15. Tratamento Primário: Conjunto de operações e processos unitários que visam, principalmente, à remoção de sólidos em suspensão, ainda que parcialmente.
16. Tratamento Secundário: Conjunto de operações e processos unitários que visam, principalmente, à remoção

da matéria orgânica.

17. Tratamento Terciário: Conjunto de operações e processos unitários que visam, principalmente à remoção de nutrientes ou de microrganismos patogênicos.

As Siglas e Abreviaturas utilizadas neste documento estão definidas no Módulo 100.02 – Apêndices – Siglas e Abreviaturas.

## 4 - CONCEPÇÃO E ANTEPROJETO

O Estudo de Concepção, ou Anteprojeto de ETEs, deve seguir o estabelecido no **Módulo 01.05 – Anteprojeto (IT00.0704)**. Dessa maneira, destaca-se que ele deve abranger as definições e ditar condições para os seguintes aspectos: impacto ambiental do lançamento no corpo receptor, objetivos do tratamento e poluentes a serem removidos, nível do tratamento e eficiências requeridas. Devem ainda ser considerados a estimativa da população a ser atendida, qualidade do efluente, a viabilidade econômica em relação aos custos dos terrenos, energia elétrica, equipamentos, mão de obra, o uso racional de materiais e a facilidade operacional.

**É essencial para o projeto de uma ETE consultar normas e legislações estaduais e federais que estipulam os padrões de qualidade para o efluente e o corpo receptor. Assim, o tratamento necessário e a eficiência da Estação estão vinculados a esses padrões exigidos.**

Na elaboração de estudos de concepção e anteprojetos de ETEs devem ser considerados alguns fatores básicos, com destaque para a avaliação da capacidade de **diluição e autodepuração do corpo receptor**, considerando a legislação ambiental vigente, com o objetivo de se verificar o grau de tratamento a ser empregado.

### 4.1 - Processos de tratamento de ETEs

Há diversas tecnologias de tratamento de esgotos que se prestam a atender os objetivos de uma ETE. Cada tecnologia e processos possui características próprias que podem se constituir em vantagens, desvantagens, uso imperativo ou, até mesmo, impedimento.

**Os projetistas não devem se prender a utilizar somente arranjos que são mencionados no presente documento, podendo ser apresentados outros arranjos para o sistema de tratamento de esgoto, desde que demonstrem comprovada eficiência.** A avaliação e possível aceitação dependerão de análise pela equipe técnica da SANEAGO.

Admite-se o decanto digestor (tanque séptico) seguido de tratamento complementar para sistemas de pequenos porte localizados em zona rural e, não havendo corpo hídrico receptor hábil, o efluente tratado poderá ser disposto em solo desde que respeitando aspectos ambientais legais e normativos. Seus critérios e parâmetros de dimensionamento não serão apresentados neste trabalho por serem, ampla e detalhadamente, apresentados nas NBR 7229 e NBR 13969 da ABNT, que devem ser seguidas em tais projetos.

### 4.2 - Caracterização dos efluentes

Os esgotos devem ser caracterizados sob o ponto de vista quantitativo e qualitativo. De acordo com a ABNT NBR 12209, para o dimensionamento das unidades de tratamento e órgãos auxiliares de uma estação de tratamento de esgoto nas diversas etapas do plano, devem ser considerados os seguintes parâmetros básicos mínimos do afluente:

- a) Vazões afluentes máximas, mínima e médias;
- b) Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO);

- c) Sólidos em suspensão totais (SST) e sólidos em suspensão voláteis (SSV);
- d) Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK);
- e) Fósforo total (P);
- f) Coliformes termolerantes (CTer), e outros indicadores biológicos quando pertinente;
- g) Temperatura.

Os valores dos parâmetros acima devem ser determinados através de investigação local. Na ausência ou impossibilidade dessa determinação, deve-se verificar a existência desses dados (ou a possibilidade de realização de levantamento) em sistemas de esgotamento sanitário de cidades com semelhantes características populacionais e de desenvolvimento. Como última opção, podem ser usados valores teóricos<sup>1</sup> na faixa de:

- DBO: 55 e 75 g/hab.d
- DQO: 100 e 135 g/hab.d
- SST: 55 – 68 g/hab.dia
- NTK: 8 – 14 g/hab.dia
- Ptotal: 0,6 – 1,0 g/hab.dia.

Para os projetos de ampliação de uma **ETE existente**, deve-se utilizar dados históricos quantitativos (vazão) qualitativos (DBO, SST e E-Coli) do esgoto afluente do tratamento no ciclo de, pelo menos, 1 ano a fim de balizar os parâmetros a serem adotados no projeto.

## 5 - DIRETRIZES GERAIS

### 5.1 - Localização da ETE

A definição da área para implantação da ETE deve passar por análise conjunta de todos os elementos disponíveis a fim de se determinar a locação mais favorável. Assim, devem ser utilizados mapas, imagens de satélite, plantas, levantamentos topográficos e complementada por inspeções de campo, observando-se os seguintes aspectos:

- Dimensões do terreno, de modo a satisfazer necessidades atuais e de expansão futura e, quando couber, à implantação de reserva legal;
- Topografia da área e eventual necessidade de proteção contra erosão;
- Características geotécnicas da área – avaliação das sondagens realizadas, com reconhecimento da natureza do terreno e do nível do lençol freático, a fim de prevenir problemas de fundação e construção e oferecer a possibilidade de situar as unidades acima do nível máximo de água do subsolo;
- Facilidades de acesso em qualquer época do ano, assim o acesso à ETE deve contar com arruamento em condições de garantir o trânsito permanente das viaturas utilizadas no transporte dos produtos químicos necessários ao tratamento da água;
- A menor movimentação de terra;

- 1 Avaliar sempre se os valores de concentração resultantes estão compatíveis com as concentrações de sistemas em operação em localidades de características similares.

- O menor desnível geométrico médio relativo ao lançamento no corpo receptor;
- Terreno situado em cota superior à da máxima inundação;
- Facilidade de fornecimento de energia elétrica e água de abastecimento;
- Remanejamento mínimo de interferências;
- Menor influência negativa nas condições ambientais;
- Caracterização do uso e ocupação do solo atual e no seu entorno;
- Tipo de zoneamento para uso e ocupação do solo no seu entorno;
- Necessidade de desapropriação e regularização de áreas, com previsão de ampliações futuras;
- O distanciamento com a mancha urbana de modo a evitar conflitos;
- Restrição ambiental que interfira na área de influência do projeto;
- Menor impacto ambiental;
- Condições mínimas de segurança e medicina do trabalho, conforme legislação e normas vigentes;
- Legislações pertinentes vigentes;

A definição do local de implantação da ETE deve ser acordada com a equipe técnica da SANEAGO (áreas de projeto e operação).

## 5.2 - Recomendações gerais

Todas as Estações de Tratamento de Esgoto, independentemente do tamanho, devem possuir:

- Cortina verde ao seu redor;
- Desvio (by-pass) e extravasor;
- Medidor de vazão de esgoto bruto e de esgoto tratado; e
- Tratamento preliminar.

O leiaute da ETE deve ser elaborado de maneira a:

- Minimizar a área ocupada;
- Buscar menores profundidades das unidades;
- Obter menor custo com corte e aterro;
- Evitar grandes perdas de carga nas interligações hidráulicas e nas demais unidades;
- Evitar as dificuldades de circulação, operação e manutenção, projetando rampas de acesso, pórticos, entre outros, sempre que necessário;
- Apresentar um aspecto visual equilibrado e agradável;
- Integrar salas elétricas, salas de armazenagem, sala de operação, laboratório, aos prédios, mantendo a segurança de cada especificidade, com o objetivo de minimizar a criação de várias construções isoladas dentro da ETE.

Toda ETE deve ser convenientemente modulada e etapalizada para permitir maior flexibilidade operacional na execução de manutenções e se minimizarem os investimentos iniciais e ociosidades nas instalações. A projeção de

vazão, diretamente relacionada à projeção populacional, indicará a possibilidade de implantação do sistema por etapas, reduzindo os investimentos iniciais necessários à implantação da ETE.

Dentro de um mesmo tipo de tratamento, as unidades modulares devem ser projetadas de mesmo tamanho. Por exemplo, se forem previstos três decantadores, eles devem ter dimensões iguais e receber os efluentes de maneira igualitária. Em unidades projetadas em concreto armado, deve-se buscar ainda que os módulos possam ter estruturas em comum de maneira a dividir parede entre um e outro.

Em ETEs cuja chegada do efluente seja por recalque, a Estação Elevatória de Esgoto Final deve ser dimensionada para amortecer as vazões máximas da rede coletora e não sobrecarregar a vazão de dimensionamento da ETE. Para tanto, a vazão deve ser equacionada:

- a) através de bombas de velocidade variável;
- b) através de divisão da vazão em vários conjuntos motor-bomba; e/ou
- c) prevendo-se um poço de volume que consiga amortecer os picos de vazão afluente.

Especial atenção deve ser dada em ETEs com unidades que possuam baixo tempo de detenção tal como reatores anaeróbios de fluxo ascendente, lodos ativados e filtros biológicos. As Estações Elevatória de Esgoto das ETEs também devem atender os critérios e as diretrizes do **Módulo 05.03 – Estação Elevatória de Esgoto (IT00.0719)**.

Caso haja necessidade de válvulas atuadas, deve-se assegurar que a instalação dos atuadores seja sempre acima de nível do solo (mesmo que exija a instalação de haste de prolongamento) e com proteção contra intempéries.

As velocidades dos esgotos nos canais das ETEs devem ser verificadas evitando processos de sedimentação inclusive nas vazões mínimas de início de plano. Essa recomendação vale também para canais e linhas de fluxo moduladas.

Devem ser previstos descargas e demais facilidades que promovam o esvaziamento das unidades de tratamento para sua manutenção.

A projetista deve ainda se atentar para a coleta dos esgotos sanitários das unidades administrativas e auxiliares, a serem encaminhados para o início do tratamento da ETE.

A ETE e seus processos devem ser dimensionados considerando a obtenção do efluente dentro dos parâmetros de lançamento durante diferentes épocas do ano, podendo ser feitas correlações com sistemas existentes e suas eficiências reais.

Devem ser previstos tratamento e disposição final de lodo e demais resíduos gerados na ETE (fase sólida), com a previsão da geração e período para retirada desses resíduos.

Todos os processos em que esteja prevista recirculação interna de efluentes da fase sólida devem ser dimensionados com base no balanço de massa da estação.

Também devem ser previstos tratamento da fase gasosa, quando pertinente, tanto para minimização de odores quanto para redução da emissão de gases indutores do efeito estufa.

Pórticos, volantes de manobra, roscas, e demais peças e equipamentos devem ser previstos com arranjo, disposição e especificação adequada, respeitando questões ergonômicas, de segurança ocupacional e higiene das estruturas.

### 5.3 - Recebimento de caminhões Limpa Fossas

Sempre que possível, prever estruturas para eventual recebimento de caminhão limpa-fossas. Essas unidades devem possuir no mínimo:

- Acesso dos caminhões com área de manobra adequada;
- Dispositivo que permita o encaixe da tubulação de descarga do caminhão com a estrutura de recebimento;
- Fechamento e tampas de acesso e inspeção;
- Gradeamento de, no mínimo, 20 mm;
- Inclinação adequada no fundo da estrutura de recebimento em direção à saída;
- Ponto de água para higienização dos caminhões e entorno da área, com sistema de drenagem para encaminhamento da água de lavagem para o sistema de tratamento de esgoto;
- Sistema que possibilite o envio adequado e controlado dos despejos dos caminhões para o sistema de tratamento.

A vazão de recebimento de efluente não doméstico na ETE deve ser de modo a não afetar o tratamento da ETE. Assim, as estruturas de recebimento citadas acima devem ser dimensionadas para a vazão de final de plano, mas podem ser etapalizadas visando acompanhar o crescimento da vazão afluente à estação ao longo dos anos.

### 5.4 - By-pass, extravasor e caixas divisoras de vazão

Para eventuais paralisações de unidades de tratamento ou situações de sobrevazão acima do máximo de projeto, toda ETE deve ser dotada de desvio (by-pass) e extravasor que direcione os esgotos diretamente para o corpo receptor.

Caso a ETE disponha de Estação Elevatória de Esgoto Bruto, o desvio da ETE e extravasor deve situar-se a montante da referida elevatória e do tratamento preliminar que a preceder.

O *by-pass* e extravasor, quando comporem uma mesma estrutura, devem ser dimensionados para a vazão máxima de esgoto afluente no final do horizonte do projeto, com acréscimo da contribuição pluvial parasitária.

O nível máximo de desvio ou extravasão deve ser avaliado de forma a evitar o retorno do afluente à ETE. Quando o nível máximo de desvio ou extravasão não evitar remanso no conduto afluente à ETE, deve ser verificada a sua influência nas tubulações situadas a montante da estação. Caso o remanso interfira nessas tubulações, rever o projeto do desvio ou extravasor de modo a mitigar a problemática.

O nível máximo de desvio ou extravasão não deve ocasionar inundação de esgoto na área da estação de tratamento.

Devem ser previstos *by-pass* internos na ETE, de modo a possibilitar o desvio temporário de determinadas etapas do tratamento para a unidade seguinte ou direto para o corpo receptor, dentro do que for tecnicamente possível.

Quanto da modulação das unidades de tratamento, os efluentes devem ser reunidos em caixas divisoras de vazão e equi-partidas para os módulos de tratamento subsequentes, possibilitando a retirada de uma das unidades de operação para eventuais intervenções corretivas ou de manutenção. Deve-se ainda projetar as caixas de distribuição de vazão de maneira que sua distribuição seja a mais equitativa possível, evitando caminhos preferenciais.

## 6 - ETE PRÉ-FABRICADA

A utilização de soluções de tratamento com ETEs pré-fabricada é aceita desde que previamente acordado com a SANEAGO. Para a aquisição destes equipamentos, devem ser apresentados os seguintes elementos:

- Projeto hidráulico contendo a Planta Geral da ETE, indicando arranjo hidráulico das unidades interligadas, indicação da chegada do esgoto bruto, local de lançamento do esgoto tratado, área de implantação e cota de instalação da ETE;
- Projeto Hidráulico deverá ainda apresentar mais de um modelo de referência de fabricantes diferentes para garantir o perfil hidráulico e o não-favorecimento a uma marca específica. Caso não seja possível, justificar.
- Solução para lavagem dos filtros;
- Solução para tratamento do lodo;
- Projeto geotécnico, sondagens e investigações geotécnicas;
- Projeto de drenagem da área;
- Projeto de fundação com estimativa de quantitativo de concreto e aço que será necessário para a base das unidades;
- Especificação Técnica da ETE, contendo as diretrizes necessárias para aquisição e implantação do equipamento, contendo diretrizes para projetos mecânicos, elétricos, de automação, hidráulicos, tipos de materiais utilizados, garantias, operação assistida e etc.
- Todas as unidades existentes e as a serem implantadas devem ser automatizadas, em coerência com seu grau de mecanização, conforme descrito na seção 14

A fabricante da ETE deve apresentar os devidos projetos e demais informações, conforme solicitado na Especificação Geral Técnica, contendo:

- Detalhadamente todos os parâmetros hidráulicos de funcionamento da ETE;
- Resumo técnico com apresentação das taxas aplicadas e dimensões das unidades;
- Perfil hidráulico e fluxograma da ETE projetada;
- Manual de operação e manutenção preventiva e corretiva, contendo informações detalhadas sobre todos os equipamentos, com fluxogramas de operação da ETE;
- Sistema de automação, com disponibilidade do mapeamento dos registradores;
- Operação assistida por no mínimo 3 meses no período de seca e 3 meses no período de chuva, e até que seja atingida a eficiência proposta no projeto para a estação;
- Treinamento tanto para as equipes de operação quanto de manutenção.

## 7 - MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Todos os equipamentos devem ser projetados tendo em vista a operação ao tempo e devem ser constituídos de material resistente aos esforços mecânicos e protegidos contra a agressividade do esgoto resistentes à corrosão.

Para as unidades de tratamento da ETE, deve-se utilizar materiais resistentes à corrosão e abrasão.

## 8 - TRATAMENTO PRELIMINAR

O tratamento preliminar consiste em remover os sólidos grosseiros, areia e, às vezes, material sobrenadante, presentes nos esgotos brutos afluentes à estação. São operações físicas, isto é, sem o emprego de processos químicos ou biológicos, podendo ser composto por:

- Gradeamento ou gradeamento seguido de peneiramento (remoção de sólidos grosseiros – lixo);
- Desarenador (sedimentação de areia);
- Escumador (flotação de gordura).

Toda Estação de Tratamento de Esgoto deve possuir remoção de sólidos grosseiros e areia na entrada, exceto quando receberem afluentes exclusivamente de estações elevatórias que já possuam esse tipo de tratamento.

### 8.1 - Gradeamento e peneiramento – Remoção de sólidos grosseiros

As grades não podem ser instaladas imediatamente após curvas no canal da grade.

O material de confecção das grades deverá ser resistente a corrosão e abrasão. A utilização de material diferente deverá ser acordada com a equipe técnica da SANEAGO.

Caso a ETE disponha de Estação Elevatória de Esgoto Bruto, o gradeamento grosso ou médio deve ser instalado a montante dessa.

A distância máxima para transporte manual de sólidos removidos não deve exceder 5 m na horizontal e 2 m na vertical. Quando for projetado o uso de roscas ou esteiras transportadoras, deve-se prever e dimensionar o retorno de percolados e drenos para o tratamento do esgoto.

#### 8.1.1 - Gradeamento manual

As grades de limpeza manual não podem ser chumbadas no canal. Assim, elas devem apresentar encaixes que possibilitem sua retirada sem necessidade de interromper o fluxo afluente.

Quando se utilizar gradeamento com limpeza manual, deve ser previsto, a jusante da grade, um depósito com drenagem dimensionado de forma a facilitar a remoção e transporte dos resíduos secos para os dispositivos de estocagem.

Para ETEs de vazão afluente até 50 L/s, prever, pelo menos, gradeamentos manuais com gradeamento médio seguido por gradeamento fino.

#### 8.1.2 - Gradeamento ou peneiramento mecanizado

Grades ou peneiras devem ser obrigatoriamente de limpeza mecanizada quando:

- a) O volume de material retido justificar seu uso;
- b) A profundidade do canal da grade for superior a 4 m;
- c) Quando ocorrerem dificuldades de operação relativas à localização da grade;
- d) Quando favorecer o processo de tratamento ou pós-tratamento específico;
- e) A critério da SANEAGO.

Devem ser previstos gradeamentos mecanizados com gradeamento médio seguido de peneiramento, principalmente para reatores UASB.

Deve ser previsto gradeamento grosso antecedendo o gradeamento médio quando o modelo do equipamento da dessa não for compatível com resíduos grosseiros (caibros, ripas, pedras, entre outros), a fim de proteger o equipamento de gradeamento mecanizado.

As grades e peneiras de limpeza mecanizada devem atender às seguintes condições:

- a) O material das barras deve ser aço inoxidável AISI 304;
- b) O limpador deve ser substituível;
- c) Ser dotada de acionamento eletromecânico com motorreductor montado em base fixada em sua parte superior, sem possibilidade de contato com o líquido, com transmissão por correntes ou cremalheira em aço inoxidável. É vedado o emprego de sistema de transmissão através de cabos de aço.

De preferência, utilizar equipamentos mecanizados que possuam sistema de lavagem dos sólidos retidos.

Deve-se evitar utilizar grades de barras curvas de limpeza mecanizada, por apresentarem dificuldades de manutenção e de alinhamento dos rastelos.

Nas grades mecanizadas, os elementos mecânicos devem preferencialmente estar acima do fundo do canal. Nos nichos de instalação dos equipamentos, devem ser previstas as condições recomendadas pelo fabricante para proteção de mecanismos e peças móveis submersas, visando assegurar o adequado funcionamento dos equipamentos, tais como rebaixamento e esgotamento do canal, entre outros. Deve ainda ser previsto sistema de drenagem do canal a montante da grade, para limpeza e facilidade de escoamento.

Os canais, onde serão implantados os gradeamentos mecanizados, devem ser modulados com no mínimo duas linhas com capacidade para vazão total, sendo que um dos canais pode ser com gradeamento manual. Devem ser previstos dispositivos de isolamento dos equipamentos da grade para permitir a sua manutenção.

## 8.2 - Desarenador – Remoção de areia

Além da vazão de dimensionamento, para a definição do sistema de desarenação a ser adotado (se manual ou mecanizado) devem ser consideradas as condições topográficas; as condições de pavimentação e o tipo de solo da bacia de esgotamento da ETE; a posição predominante dos coletores nas ruas (se no passeio ou na rua); os processos de tratamento a jusante e a estrutura operacional da SANEAGO.

O parâmetro de produção de areia deve ser determinado através de investigação local. Na ausência ou impossibilidade dessa determinação, deve-se verificar a existência de dados ou a possibilidade de realização de levantamento em sistemas de esgotamento sanitário de cidades semelhantes. Como última opção, podem ser usados valores teóricos usuais de literatura, devidamente justificados. A produção diária de areia deve ser embasada na vazão média afluente.

### 8.2.1 - Desarenador de limpeza manual

Os canais desarenadores de limpeza manual devem ser providos de rebaixo para depósito de areia. O volume a ser considerado será o de acúmulo mínimo de 10 dias, considerando uma frequência de limpeza de sete dias, o que significa que cada canal deverá ser limpo quando o depósito se apresentar com 70% de seu volume tomado.

No depósito de areia, devem ser projetados anteparos transversais removíveis para evitar que o espaço destinado ao depósito sirva para a corrente líquida (aumentando a seção de escoamento e reduzindo a velocidade desejável).

O desarenador com limpeza manual deve ser projetado de forma a que a distância a ser percorrida pelo operador para transporte manual de areia não seja superior a 5 m na horizontal e 2 m na vertical, considerando, inclusive, a profundidade do desarenador e o acesso do operador até o fundo.

Se houver elevatória final dentro da ETE, deve ser dada preferência para implantação do desarenador após esta, de modo que as estruturas da remoção de descarte de areia não fiquem enterradas, e assim sejam facilitados os procedimentos de descarga e limpeza da unidade.

### 8.2.2 - Desarenador de limpeza mecanizada

A escolha do tipo de desarenador mecanizado deve ser devidamente justificado com base no porte da ETE, na equipe de operação local e nas unidades de tratamento a jusante.

Deve ser dada preferência para soluções mecanizadas mais simples, operadas por processos físicos, ou seja, que necessitem de o mínimo de equipamentos possível.

Deve-se prever acesso ou estruturas para içamento e remoção dos equipamentos de gradeamento mecanizado.

### 8.2.3 - Escumadora – Remoção de gordura

Com a difusão do emprego de reatores anaeróbios de manta de lodo – UASB, tem-se observado uma série de problemas operacionais devido ao acúmulo de material gorduroso nos separadores trifásicos – câmara de biogás. Assim, a inclusão de caixa escumadora para remoção de gordura no tratamento preliminar de uma estação de tratamento deve ser previamente avaliada de acordo com o porte e tipo de tratamento e acordada com a equipe técnica da SANEAGO (áreas de projeto e operação).

A área superficial da caixa escumadora deve ser determinada para a máxima vazão de projeto.

O emprego de ar comprimido nas caixas escumadora é desejável pois contribui para a aceleração do processo, aumentando a eficiência.

O volume da caixa de gordura deve proporcionar tempo de detenção mínimo de 3 (três) minutos.

O emprego de equipamento para remoção mecanizada do sobrenadante dependerá das características qualitativas e quantitativas do esgoto afluente à estação e deve ser autorizado pela equipe técnica da SANEAGO.

Para caixas escumadoras não equipadas com removedor mecanizado de resíduos e sem insuflação de ar comprimido, deve ser priorizado o emprego de fundo em tronco de cone ou tronco piramidal para diminuição de acúmulo de sedimentos.

## 9 - TRATAMENTO DE ESGOTO POR PROCESSOS FÍSICOS E FÍSICO-QUÍMICOS

### 9.1 - Decantação Primária

A decantação primária deve ser dimensionada de acordo com o disposto na ABNT NBR 12.209.

Para decantador primário do tipo **Convencional**, deve ser previsto tanque para recebimento contínuo da espuma removida pelos raspadores dos decantadores.

O processo de **Decantação Primária Quimicamente Assistida** deve ser dimensionado e detalhado seguindo também o disposto na *ABNT NBR 12216 – Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público*, naquilo que for pertinente.

## 9.2 - Flotação por Ar Dissolvido

Além do disposto na ABNT NBR 12209, no dimensionamento de flotores por ar dissolvido deve-se, através do dimensionamento hidráulico da unidade, assegurar a taxa de aplicação hidráulica, além de definir a altura e geometria da zona de mistura de forma a favorecer o direcionamento do fluxo hidráulico e manutenção da camada sobrenadante no tanque de flotação.

Tanques de flotação retangulares devem possuir vertedor móvel que possibilite a variação do nível do tanque de flotação. Esse sistema deve possibilitar a integração/intertravamento para acionamento em conjunto com o raspador de lodo, permitindo controlar o grau de adensamento, a frequência de retirada de lodo desejada e a perda de sólidos pela raspagem.

A formação da microbolha deve ocorrer na zona de mistura com a água floculada.

O sistema de geração de microbolhas deve possuir dispositivos que permitam ajuste fino de pressão e vazão na linha de água (após a saturação) e de ar, para sistemas projetados com ar comprimido.

O sistema de floculação deve considerar no dimensionamento as características do afluente. O cálculo de dosagem de coagulantes deve considerar a afinidade e a expectativa de reação desse com compostos do esgoto afluente, como sulfetos.

O sistema de aplicação de coagulante deve ser dimensionado de forma a permitir a flexibilidade de pontos de aplicação. Deve ser ainda avaliada a correção de alcalinidade e/ou aplicação de polímero para otimizar o desempenho da unidade.

Nos floculadores, devem ser previstos dispositivos para coleta de lodo de fundo e da espuma flotante. O fundo do tanque de floculação deve ser dimensionado com inclinação adequada ou prever equipamento de raspagem para remoção do lodo sedimentado. Esses subprodutos da floculação devem ser encaminhados para o sistema de tratamento de lodo.

## 9.3 - Desinfecção com compostos à base de cloro

Os tipos mais comuns de compostos à base de cloro para desinfecção são o hipoclorito de sódio e o cloro gás.

O hipoclorito de sódio pode ser gerado no local a partir da eletrólise de salmoura (sal de cozinha mais água) ou adquirido a granel, sem a necessidade de gerador.

Com relação ao cloro gás, os equipamentos e o projeto das instalações devem seguir as recomendações da *Chlorine Institute* ou normas/legislações nacionais pertinentes.

A aplicação do cloro gás é realizada geralmente utilizando cilindros de 68 ou 900 kg com uso de cloradores. Para grandes sistemas, pode ser utilizado carretas de 20 toneladas.

Para sistemas em que o uso do cloro é inferior a 50 kg/dia, o armazenamento e o clorador podem estar no mesmo local.

Quando utilizados cilindros de 900 kg, deve ser verificada a aplicação do cloro na forma de gás ou líquida, prevendo

evaporadores quando for utilizado cloro líquido.

Não é permitido sistema de desinfecção utilizando cloro gasoso em sistemas que não tenham a presença permanente de um operador responsável.

Para ETEs que utilizem gás cloro, seja em sistemas de desinfecção ou ainda no controle e tratamento de odores, devem ser projetados sistemas de controle e planos de emergência. Nesses casos, devem ser adotadas minimamente as seguintes precauções de segurança:

- Ventilação;
- Detector de vazamento de gás;
- Chuveiro de emergência e lava olhos;
- Local de armazenamento para Equipamentos de proteção individuais (EPIs) e Equipamentos de proteções coletivas (EPCs)
- Demais itens de segurança conforme legislação e normas pertinentes.

Para cilindros de 900 kg ou carretas de 20 t, deve ser previsto, além dos itens acima, lavador de gás.

### 9.3.1 - Desinfecção com Lagoas de Maturação

Para a obtenção de elevadas eficiências, as lagoas de maturação devem apresentar uma das duas configurações listadas abaixo:

- Lagoas com chicanas (percurso preferencialmente longitudinal, em zig-zag);
- Lagoas em série (preferencialmente 3 ou mais).

Para lagoas seriadas, cada unidade deve apresentar o tempo de detenção mínimo de 3 a 5 dias em cada lagoa. Já para lagoas de maturação com chicanas, de 10 a 20 dias.

A profundidade útil a ser adotada nas Lagoas de Maturação é de 0,8 m até 1,2 m.

As saídas das lagoas de maturação devem se situar em torno de 0,20 m de profundidade.

Aplicam-se também às Lagoas de maturação as diretrizes indicadas neste Manual de Projetos para Lagoas de estabilização, naquilo que for pertinente.

## 10 - TRATAMENTO DE ESGOTOS POR PROCESSOS BIOLÓGICOS

### 10.1 - Reator Anaeróbio do tipo UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo)

Deve-se garantir um rigoroso controle da vazão afluente, pois, se ultrapassadas as vazões máximas para as quais o reator foi dimensionado, pode haver arraste de lodo para o efluente ocasionando diminuição de eficiência e sobrecarga do sistema de pós-tratamento.

O número de reatores deve ser tal que caso um reator necessite ser retirado de operação para trabalhos de manutenção preventiva e/ou corretiva, o(s) outro(s) reator(es) ou o pós-tratamento tenha(m) reserva suficiente para absorver a carga e vazão adicional durante o período de manutenção.

Preferencialmente, deve-se adotar tempo de detenção hidráulica superior a 8 horas para vazão média.

O sistema de distribuição de vazão no reator deve promover a distribuição equalizada das vazões mínimas, médias e máximas, desde o início de operação, visando assegurar a alimentação de toda a área de fundo do reator. No sistema de distribuição de esgoto, o diâmetro dos tubos de distribuição deve proporcionar uma velocidade descendente do esgoto inferior a 0,20 m/s. Entretanto, os tubos de distribuição devem ser terminados em bocais com diâmetros menores que proporcionem velocidade maior ou igual a 0,40 m/s para favorecer a mistura e evitar o acúmulo de sólidos.

Para os cálculos, considerar que a carga orgânica volumétrica para reatores tratando esgoto doméstico deve situar-se na faixa de 2,5 a 3,5 kg DQO/m<sup>3</sup>.dia, a ser avaliado de acordo com a carga.

Especial atenção deve ser dada ao separador trifásico no que diz respeito ao material e seu tipo de fixação. No caso da fixação do separador trifásico (material PVC, PEAD ou PRFV) no concreto, essa deve utilizar chumbadores químicos. Os desenhos devem conter a seguinte nota: “No caso de fixação do separador trifásico no concreto deve haver rigorosa fiscalização do procedimento de perfurar, limpar o orifício e aplicar o chumbador”.

Na prática, para dimensionamento de unidades de pós-tratamento de reatores UASB, deve-se adotar a eficiência máxima de 70% na remoção de DBO e DQO.

Os pontos de coleta do Sistema de amostragem de lodo devem estar posicionados verticalmente a cada 50 cm aproximadamente.

### 10.1.1 - Biogás

O Projeto de um UASB deve se atentar para calcular a produção de biogás e projetar um sistema para sua coleta, transporte, tratamento e utilização e/ou queima.

O biogás resultante do processo de digestão anaeróbia deve ser coletado na parte superior do separador trifásico e encaminhado para queimadores de gases.

Todo UASB deve:

- Prever sistema de queima de biogás;
- Prever dispositivo de controle de emissões gasosas nas caixas de coleta do efluente no final da canaleta principal dos reatores UASB.

Para ETEs de vazão afluente superior a 50 L/s, ou em locais potencialmente problemáticos (próximos de habitações atuais ou futuras), deve ser utilizado sistema de queima de biogás de alta eficiência ou enclausurados com queima controlada de gases. Ainda, devem possuir medição de vazão do biogás (gasômetro) com by-pass.

Deve ser prevista instalação de selo hídrico nas interligações das tubulações de *by-pass* do afluente, emissário e drenagem pluvial, interligadas com a tubulação de efluente de reatores anaeróbios (*by-pass* do pós-tratamento ou emissários) para evitar odores e corrosão das tubulações.

### 10.1.2 - Escuma

Para a retirada da escuma acumulada no interior do separador trifásico, deve-se prever canaletas de recolhimento e descarga, afixadas na parte superior do separador. Devem ser priorizados processos mecânicos de arraste da escuma, evitando procedimentos como a utilização de jatos de água.

Devem ser previstas tampas de dimensões mínimas de 40 cm para verificação do sistema de retirada de escuma,

devidamente vedadas para evitar o escape indesejado de gás.

Deve-se prever dispositivos para evitar que a espuma que se acumule na zona de decantação seja encaminhada para o pós-tratamento.

### 10.2 - Filtro anaeróbio

Para evitar arraste de gases, deve-se prever selo hídrico na tubulação do efluente do filtro.

O filtro anaeróbio deve possuir um ponto de descarga de lodo a cada 100 m<sup>2</sup> de área, sendo no mínimo dois pontos de retirada de lodo por filtro.

A descarga de lodo do filtro deve prever manobra para retorno da unidade a montante (decanto digestor, reatores UASB, etc.), quando o filtro for utilizado como pós-tratamento e/ou destinação direta para o sistema de tratamento de lodo.

### 10.3 - Lagoas de estabilização

As lagoas de estabilização compreendem os seguintes tipos:

- Lagoa Anaeróbias
- Lagoa Facultativa
- Lagoa Aerada

Para o dimensionamento das Lagoas de estabilização, além da caracterização do esgoto, os seguintes parâmetros devem ser obtidos para as diversas etapas do plano:

- Evaporação, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, quando houver evidência de sua influência no tratamento;
- Temperatura média do mês mais frio;
- Informações sobre ventos;
- Características geológicas, geotécnicas e de infiltração do solo;
- Aspecto paisagístico do conjunto, para que as unidades estejam em harmonia com as construções e paisagens locais.

As lagoas devem ser projetadas de modo que a direção do vento predominante seja transversal ao fluxo principal do esgoto na lagoa. Caso somente seja possível dispor as lagoas em direções coincidentes, o sentido do fluxo do esgoto deve ser contrário ao vento.

O formato da lagoa deve ser preferencialmente retangular, com o lado maior coincidindo com a direção do fluxo do esgoto, evitando a formação de áreas sem circulação (áreas mortas). O projeto deve procurar minimizar e compensar os volumes de corte e aterro em função da top

Nos diques das lagoas deve-se prever altura livre mínima de 0,3 m entre o nível de água máxima e o coroamento.

A saída deve situar-se na extremidade oposta das entradas, não podendo estar posicionada alinhada com nenhuma das entradas.

As lagoas devem ser moduladas e dotadas de by-pass, de modo a permitir a operação da estação durante situações

de limpeza e manutenção. Assim, já em início de plano devem previstos no mínimo 2 módulos de tratamentos.

A vazão de dimensionamento para Lagoas de Estabilização deve ser a vazão média afluente à ETE.

Aspectos construtivos das lagoas de estabilização:

- Deve-se prever no mínimo duas entradas em cada lagoa, adotando, para unidades maiores um distanciamento máximo de 50 metros entre entradas. As entradas devem ser locadas no sentido da maior dimensão das lagoas e terem suas bocas de lançamento posicionadas a 1/3 do comprimento. Os lançamentos devem ser submersos, porém acima do fundo da lagoa, evitando assim sua obstrução;
- Para evitar a saída de material flutuante como algas, espuma, etc, a profundidade das saídas das lagoas deve se situar em torno de:
  - 0,30 m para lagoas anaeróbias;
  - 0,60 m para lagoas facultativas;
- É recomendável o emprego de comportas vertedoras para variação de nível;
- Quando favorável, as lagoas de estabilização podem conter, no seu fundo, dispositivos para remoção dos lodos, desde que seja previsto um sistema de desidratação;
- Os taludes internos das lagoas devem ser protegidos com concreto, da crista (meio-fio) até pelo menos 0,5 m abaixo do nível d'água, de forma a serem protegidos contra ondas, erosão e crescimento de vegetação;
- Os taludes externos das lagoas devem ser protegidos com grama ou concreto, de forma a proteger contra erosão;
- Deve-se evitar que a drenagem pluvial da área da estação acesse as lagoas e conseqüentemente o tratamento do esgoto. Assim, cada lagoa deve possuir meio-fio em todo seu perímetro, além de canaletas e demais elementos de drenagem adequados.

### 10.3.1 - Lagoa Anaeróbias

Os principais parâmetros de dimensionamento para uma Lagoa Anaeróbia são:

- Tempo de Detenção Hidráulica (TDH): Varia de um mínimo de 3 (três) dias até o máximo 6 dias. Tempos menores que 3 (três) dias não garantem a manutenção de uma população bacteriana estável e, para tempos maiores que 6 (seis) dias, a lagoa poderá se comportar como facultativa. Portanto, no dimensionamento das lagoas anaeróbias é necessário estudar a curva de projeção das vazões afluentes. Caso o dimensionamento de final de plano não permita obter como limite máximo os 6 dias em início de plano, torna-se necessária a etapalização da unidade de tratamento;
- Taxa de aplicação volumétrica: As taxas mais usualmente adotadas estão na faixa de 0,10 a 0,30 kgDBO5/m<sup>3</sup>.d;
- Profundidade: Deve ser adotada profundidade elevada, entre 4 e 5 metros. Quando não houver unidade de remoção de areia, a lagoa anaeróbia deve ser dotada e profundidade adicional, pelo menos 0,50 m, junto à entrada, estendendo-se por pelo menos 25 m;

- **Relação comprimento/largura:** As lagoas anaeróbias variam entre quadradas ou levemente retangulares, com relações comprimento/largura de 1 a 3.
- **Eficiência:** Deve ser considerada para a lagoa anaeróbia a eficiência máxima de 50% na remoção da taxa de DBO<sub>5</sub>.

Havendo duas ou mais unidades de lagoa anaeróbia, o sistema deve ser dotado de caixa distribuidora de vazão que possibilite partições desiguais de vazão para uma e outra lagoa.

### 10.3.2 - Lagoa Facultativa

Os principais parâmetros de dimensionamento e verificação para uma Lagoa Facultativa são:

- **Taxa de Aplicação Superficial (TAS):** Recomenda-se a taxa de aplicação superficial de 240 a 350 kgDBO<sub>5</sub>/ha.d.
- **Tempo de Detenção Hidráulica (TDH):** O tempo de detenção hidráulica requerido varia com as condições climáticas locais, notadamente a temperatura. Os Tempos de Detenção Hidráulica devem ser calculados considerando o regime hidráulico de fluxo disperso, sendo aceitos valores de 15 a 45 dias;
- **Relação comprimento/largura:** Recomenda-se superfícies com comprimento longo, com relação comprimento/largura de 2 a 5, favorecendo a dispersão e escoamento hidráulico (fluxo tendendo a pistão).
- **Profundidade:** As profundidades devem variar entre 1,50 m e 3,00 m; As dimensões de comprimento e largura determinadas neste dimensionamento são as de meia profundidade da lagoa.

### 10.3.3 - Lagoa aerada de mistura completa

Na Lagoa Aeróbia de mistura completa, o principal critério de projeto é o tempo de detenção. O dimensionamento segue diversos princípios do tratamento biológico.

O Tempo de Detenção Hidráulica é igual ao de Retenção Celular e varia de 2 a 4 dias.

A profundidade da lagoa deve ser selecionada de forma a satisfazer os requisitos do sistema de aeração, em termos de mistura e de oxigenação. Usualmente, adotam-se valores da profundidade de 2,5 a 4,0 m.

As lagoas devem estar providas de medidores de Oxigênio Dissolvido para permitir a variação da vazão de ar injetado.

#### 10.3.3.1. Sistema de aeração

O sistema de aeração projetado pode ser:

- a) Ar difuso de cadeias oscilantes

Os ramais flutuantes de ar devem ser resistentes a radiação Ultra Violeta e contra o movimento de oscilação. A sua remoção desses ramais deve ser fácil a partir da margem da lagoa sem depender de embarcação. A vazão mínima de ar para causar a mistura completa, exceto em caso comprovado, deve ser superior a 5,0 Nm<sup>3</sup>/min.1000m<sup>3</sup> da lagoa. No sistema por ar difuso, o nível de oxigênio dissolvido deve ser sempre medido de forma contínua e deve ser incorporado ao sistema de variação da vazão de ar. A concentração mínima de oxigênio deve ser de 1,0 mg/L e a demanda de oxigênio deve levar em consideração o fator de pico de carga de 1,2 a 1,3.

#### b) Aeradores mecânicos superficiais

O uso de aeradores mecânicos não é recomendado para ETEs com capacidades maiores que 100 L/s. Para Lagoas Aeradas de mistura completa, a densidade de potência não deve ser inferior a 5 W/m<sup>3</sup> para aeradores superficiais. Para os demais tipos de aeradores, deve ser comprovada sua densidade mínima. O número de equipamentos a serem instalados bem como suas localizações deve evitar a criação de zona morta no interior da lagoa. Além disso, a localização desses equipamentos deve tornar o fluxo hídrico adequado ao objetivo que se propõem na sua utilização.

Para sistema de aeração por cadeias oscilantes, a profundidade da lagoa deve ser limitada de 3,0 m a 5,0 m; para aeradores mecânicos, de 2,0 m a 3,5 m, dependendo do tipo e da potência dos aeradores. Nesse último caso, o fundo da lagoa deve ser protegido contra a erosão, pelo menos na zona de influência intensa do fluxo. A disposição do sistema de aeração deve impedir a passagem direta do esgoto em direção à saída. Assim, as cadeias oscilantes devem ser dispostas perpendicularmente ao fluxo e os aeradores mecânicos devem ser instalados em posições intercaladas.

#### 10.3.3.2. Lagoas de sedimentação

Nas lagoas de sedimentação, que seguem lagoas aeradas de mistura completa, devem ser previstos dispositivos que permitam remoção fácil e periódica de lodos sedimentados sem interrupção operacional da lagoa.

- **Dimensionamento:** O TDH útil da lagoa deve ser de 1 a 3 dias, acrescido do volume destinado a reservação de lodo. Esse pode variar conforme o sistema de remoção de lodo, de meses a anos, devendo ser análise econômica prévia. Não deve ser adotado TDH elevado, pois permite a proliferação de algas, aumentando os sólidos no efluente.
- **Sistema de remoção de lodo:** O sistema de remoção de lodo pode ser através da drenagem da lagoa, mecanizado ou por sistema de malha de tubulações de aspiração..

#### 10.4 - Filtro biológico percolador

Atenção especial deve ser dada ao Filtro biológico percolador quando projetado como pós-tratamento de reatores UASB. Deve ser projetado, entre o UASB e o filtro, um sistema para o desprendimento e tratamento dos gases formados nessa etapa. Os dispositivos de "stripping" de gases devem ser projetados preferencialmente sem a adição de oxigênio. Priorizar, onde possível, tratamentos através da queima conjunta com biogás do UASB.

##### 10.4.1 - Sistema de distribuição de esgoto

O Filtro biológico percolador deve possuir uma distribuição contínua e uniforme do afluente sobre sua área superficial.

Se necessária, a lavagem do filtro deve ser projetada, considerando que se deve evitar que a lavagem ocorra nos momentos de vazão máxima.

Quando utilizado distribuidor com orifícios, esse deve ter seu diâmetro igual ou superior a 20 mm. Os braços devem ser dimensionados com escotilhas de fácil manipulação nas pontas para esgotamento / limpeza. Além disso, deve-se garantir a distribuição uniforme do esgoto em todo o comprimento dos braços.

#### 10.4.2 - Material de enchimento

A escolha do material de enchimento (pedra brita, seixo rolado, escória de alto-forno, módulos plásticos estruturados ou outros) deve ser baseada em estudo de viabilidade considerando as diferenças de dimensionamento, composição de custos e qualidade do efluente final, devendo ser aceita previamente pela equipe técnica da SANEAGO. No caso do emprego de enchimento plástico, devem ser revistas as taxas de aplicação hidráulico e carga orgânica volumétrica conforme o produto a ser adquirido.

Quando a brita 4 for escolhida, a altura do enchimento não deve ultrapassar 2,50 m (ideal 2,20 m) pela dificuldade em estruturar a laje de sustentação (fundo falso).

#### 10.4.3 - Recirculação de esgoto

O sistema de recirculação da vazão deve ser projetado de forma que tanto o poço de sucção quanto as bombas, operando individualmente ou paralelamente, atendam a condição de vazão mínima de início de plano. A elevatória de recirculação deve ser dotada de automação vinculada à vazão afluente de forma a assegurar a vazão constante nos filtros.

#### 10.4.4 - Decantadores secundários

As pontes dos decantadores secundários com remoção mecanizada de lodo devem ser providas de sistemas para assegurar a remoção das placas de biofilme e limpeza das paredes vertedoras do efluente. Os equipamentos de remoção de lodo devem ser dotados de raspadores superficiais para materiais flutuantes (remoção da espuma).

### 10.5 - Lodos ativados

#### 10.5.1 - Tanque de aeração

Aspectos construtivos:

- A borda livre do tanque de aeração deve ser em torno de 0,50 m;
- As dimensões em planta devem ser estabelecidas em função do regime hidráulico selecionado e devem ser compatíveis com as áreas de influência dos aeradores (zona de aeração e zona de mistura completa);
- Caso haja mais de um tanque de aeração, pode-se utilizar paredes comuns entre as mesmas;
- Os aeradores de baixa rotação devem estar apoiados em passarelas. Os aeradores mecânicos de alta rotação devem-se apoiar em flutuadores e ancorados nas paredes laterais por cabos;
- A saída do reator deve ser por vertedores colocados na extremidade oposta à da entrada, permitindo a regulagem do nível no interior do reator;
- Deve-se prever a possibilidade de drenagem do tanque para eventual esvaziamento para limpeza e manutenção, por meio de bombas ou por descargas de fundo.

Prever instrumentação compatível com a individualização dos tanques do sistema, ou seja, projetar sistema de controle de vazão de entrada, vazão de recirculação, concentração de sólidos suspensos, oxigênio dissolvido e nitrito, entre outros, de maneira a não operar como sistema único.

### 10.5.1.1. Sistema de aeração

#### 10.5.1.1.1. Aeração Mecânica Superficial

Para o dimensionamento do sistema de aeração superficial, a taxa de transferência de oxigênio sob condições padrão (ou taxa nominal de transferência de oxigênio para a água limpa a 20 °C, isenta de oxigênio dissolvido e ao nível do mar) deve ser a obtida em ensaio realizado de acordo com os procedimentos descritos na publicação “A standard for the measurement for oxygen transfer in clear water” (ASCE). Desse modo, a projetista deve selecionar equipamento modelo adequadamente certificado.

Deve ser explicitada na placa de identificação dos aeradores ou do sistema de aeração, a taxa de transferência de oxigênio sob condições padrão (kg/kW.h ou kg/hp.h).

Devem ser tomados cuidados quanto à proteção acústica dos operadores e vizinhança devido aos ruídos emitidos por sopradores. Ver módulo **08.03 - IT00.0726 - Ar Condicionado e Ventilação do Manual de Projetos**.

O acesso a equipamentos de aeração superficial instalados em plataformas fixas deve ser fácil, preferencialmente usando passarela cujas dimensões e estrutura permitam a retirada e colocação do equipamento quando necessário.

#### 10.5.1.1.2. Aeração por Ar Difuso

Os sistemas de aeração por ar difuso devem adotar apenas difusores especialmente fabricados para tal fim. É vedado o emprego de tubos perfurados.

### 10.5.2 - Decantadores Secundários

Tanque para recebimento e homogeneização da espuma proveniente dos decantadores secundários deve ser projetado de forma a assegurar bombeamento contínuo para desaguamento.

As pontes dos decantadores secundários devem ser providas de sistemas mecânicos ou hidráulicos para assegurar a remoção das placas de biofilme e limpeza das paredes vertedoras do efluente. Os equipamentos de remoção de lodo devem ser dotados de raspadores superficiais para remoção também de materiais flotados (escuma).

Para ETEs com maior mecanização, os decantadores secundários devem ser providos de instrumentos de monitoramento de nível de lodo.

### 10.5.3 - Lodos Ativados como pós-tratamento de reatores UASB

Quando o processo de Lodos Ativados for adotado como pós-tratamento de reatores UASB, deve-se prever desvio (by-pass) do reator anaeróbio, possibilitando a introdução de cerca de 30% a 50% da vazão do esgoto bruto diretamente no tanque de aeração. Esse desvio pode ser utilizado como medida de proteção do reator UASB, bem como com o intuito de fornecer maior quantidade de matéria orgânica ao sistema de lodos ativados (eventual aumento da biomassa, aumento da capacidade de floculação ou fornecimento de carbono orgânico para desnitrificação).

As Caixas Divisoras de Vazão e a entrada nos tanques de aeração devem ser dimensionadas visando minimizar a liberação de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), evitando-se cascadeamentos, turbulências, entrada do efluente anaeróbio na superfície do tanque de aeração, entre outros. Desse modo, deve-se avaliar o uso de Manifold de distribuição para os tanques em lugar de Caixas Divisoras de Vazão e vertedores.

Deve-se prever manobra permitindo possibilidades para destinação do lodo de descarte tanto para o sistema de desaguamento quanto para os reatores anaeróbios.

## 11 - TRATAMENTO DO LODO GERADO EM ETE

O projeto da ETE deve prever a destinação do lodo gerado na estação. Além disso, sempre que possível o tratamento do lodo deve ser realizado na própria ETE.

O tipo do tratamento, o grau de desaguamento final e a qualidade do lodo deve ser coerente com o uso que se pretende do lodo final, devendo estar em conformidade com a Política Institucional de Resíduos Sólidos da SANEAGO (PIRS).

A velocidade de escoamento em canalizações de transporte de lodos deve estar compreendida entre 0,5 m/s e 1,8 m/s.

Nos cálculos de produção de lodo, deve ser considerado a parcela referente aos produtos químicos aplicados do esgoto (lodo químico).

Deve ser avaliada a necessidade de adensamento do lodo antes do seu envio para a desidratação. Quando o lodo produzido possuir teor de sólidos suspenso totais menores que 1,5%, deve-se prever adensamento antes da desidratação.

### 11.1 - Desaguamento de lodo

O desaguamento de lodo pode ser natural, como através de leitos de secagem ou lagoas de lodo, ou mecanizado, como através de centrífugas, prensa desaguadora, prensa parafuso ou filtros prensa.

Para escolha do tipo de sistema de desaguamento, devem ser considerados os seguintes aspectos:

- Vazão da estação;
- Produção do lodo gerado;
- Área disponível;
- Proximidade com a área urbana;
- Condições climáticas (pluviosidade, umidade do ar, temperatura, entre outros);
- Condições operacionais e de manutenção.

Deve-se dar preferência a projetos de sistemas de desaguamento modulados, evitando projetar as diversas unidades separadamente.

Deve-se prever pontos de limpeza das tubulações de processo.

#### 11.1.1 - Leitos de Secagem

Preferencialmente, devem ser projetados módulos com dimensões em torno de 10,0 m por 4,0 m, prevendo de 10 a 12 ciclos por ano, sendo que valores acima de 12 ciclos por ano devem ser justificados. Os leitos devem possuir cobertura nos casos em que o ciclo de secagem previsto é inferior a 30 dias.

Verificar com a área operacional a necessidade de cobertura dos leitos.

Os leitos de secagem devem estar dispostos de maneira a permitir fácil acesso a eles, levando em consideração a retirada manual do lodo, acondicionamento em caçambas e sua destinação final. A superfície de aplicação de lodo dos leitos deve estar situada em nível superior ao do terreno, para evitar encharcamento e infiltração pela drenagem do solo.

Os leitos de secagem devem possuir rampa de acesso com inclinação máxima de 10% para retirada de lodo através de carrinho de mão. Para o dimensionamento dos leitos, a área da rampa de acesso deve ser descontada da área de projeção em planta.

O nível de topo da parede dos leitos deve coincidir com a altura de topo das caçambas de acondicionamento, facilitando a remoção do lodo.

Externamente aos leitos, na lateral onde serão dispostas as caçambas, pode ser projetada plataforma para acesso com o carrinho de mão. Essa plataforma deve ter altura coincidente entre o nível da parede dos leitos e a altura da caçamba.

A área que abriga as caçambas que recebem o lodo desaguado deve ser projetada no nível das vias de acesso.

### 11.1.2 - Desaguamento mecanizado

O fabricante deve ser consultado quanto à utilização de macerador (triturador) ou gradeamento antes da alimentação das bombas e equipamentos de desaguamento de lodo.

Na definição dos equipamentos a serem adotados no desaguamento mecanizado, deve-se prever a variação de concentração do lodo afluente ao equipamento.

O posicionamento e o arranjo dos equipamentos de tratamento de lodo deve ser definido considerando:

- Menor número de equipamentos de transporte;
- Sentido de rotação dos equipamentos e posicionamento das coifas/moegas;
- Possibilidade de acúmulo de lodo na parede das moegas (sentido de rotação dos equipamentos x parede da moega);
- Distância adequada do despejo do lodo em relação aos mancais de roscas e misturadores (em torno de 20 cm livres no início e final), para evitar desgaste dos mesmos por abrasão e ataque químico.

Devem ser previstas condições adequadas de acesso para verificação do funcionamento dos equipamentos e dispositivos para içamento para retirada dos mesmos.

Nos tanques de equalização, a tubulação de sucção deve ser locada no fundo do tanque, evitando acúmulo de material. Deve ser prevista também uma descarga de fundo para limpeza. Caso o tanque seja fechado, o acesso deve possibilitar com segurança entrada de pessoas/equipamentos para limpeza manual ou com caminhão de sucção.

No posicionamento das bombas do processo de desidratação, deve-se facilitar o acesso para retirada do conjunto completo; e/ou execução de substituição de componentes (correias, estator, entre outros); e/ou limpeza da tubulação de alimentação ou recalque. O local de instalação das bombas deve possuir contenção e drenagem direcionando os efluentes de limpeza ao processo de tratamento de esgoto.

Para ETEs com maior nível de mecanização, instrumentação deve considerar medidor de vazão e analisador de sólidos suspensos totais no lodo, bem como prever ponto de retirada de amostra próximo ao analisador de processo para aferição/calibração do analisador. Ainda, deve ser previsto local para extração de amostras de lodo para análise,

para avaliação do processo de desaguamento.

Os tanques de polímero devem ser projetados com capacidade de armazenamento coerente com o tempo de abertura da cadeia do produto.

Para ETEs que utilizem polímeros, devem ser previstos preparador e dosagem automáticos.

A estocagem de polímero deve ser prevista em área adequada considerando a frequência de fornecimento, condições do local, acesso para carga e descarga, movimentação, e demais condições operacionais.

Deve-se prever ainda dispositivos para a limpeza de toda a área de desidratação com água em vazão e pressão adequada. O efluente da limpeza deve ser destinado ao processo de tratamento de esgoto.

## 11.2 - Estabilização e Higienização de lodo

O digestor de lodo deve ser projetado de forma que o lodo deve ser adequadamente homogeneizado, de forma a não sedimentar no interior do digestor. Os digestores devem possuir sistema para remoção do lodo e limpeza do digestor periodicamente. Devem ainda ser projetado sistema de medição de temperatura em diferentes alturas a fim de controlar a estratificação do lodo.

No caso de Digestor Anaeróbio, a coleta e o transporte do gás de digestão devem dispor de dispositivos de segurança compreendendo: removedores de condensados, corta-chamas, reguladores de pressão e limitadores de pressão máxima e subpressão, dotados de alarme.

O silo de cal deve ser dimensionado com volume que permita a operação do sistema por no mínimo 7 dias. Para sistemas que tenham alta mecanização, a dosagem de cal deve ser automatizada.

## 12 - GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

O projeto deve indicar soluções para a destinação de resíduos sólidos da ETE.

Em ETEs situadas em municípios com inviabilidade de destinação de resíduos provenientes do tratamento preliminar (gradeamento e desarenador) para aterros sanitários licenciados, recomenda-se a avaliação da possibilidade de implantação de valas impermeabilizadas dentro da área da ETE, preferencialmente situadas próximas ao tratamento preliminar.

O projeto das valas impermeabilizadas deve observar as diretrizes da norma NBR 15849, atentando-se para as indicações de drenagem, reservação e tratamento de lixiviados. O seu percolado deve ser conduzido de volta ao sistema de tratamento.

Para o acondicionamento adequado dos resíduos do tratamento preliminar da ETE, lodo desaguado e demais resíduos gerados no SES, deve-se dispor de caçamba(s) com volume de 6 m<sup>3</sup>, observando-se a norma NBR 14728 ou ainda contêineres ou outros recipientes adequados. Os recipientes (caçambas, contêineres ou outros) devem receber tratamento adequado, de forma que suas estruturas sejam protegidas visando aumentar sua durabilidade em virtude do desgaste que essas podem sofrer pelo ambiente altamente agressivo da estação de tratamento de esgoto.

O acondicionamento dos resíduos deve prever tampa ou fechamento para evitar a atração de vetores e a contribuição de água da chuva, inclusive durante o período de enchimento, bem como uma base de concreto para o recipiente e drenagem para retornar o líquido para o sistema de tratamento. Deve-se ainda verificar problemas de

inundação e extravasamento a partir de interligação da drenagem destas estruturas com as unidades de tratamento.

## 13 - UNIDADES AUXILIARES

### 13.1 - Medição de Vazão

Todas as Estações de Tratamento de Esgoto devem possuir medidor de vazão para o esgoto bruto, esgoto tratado e lodo gerado. Se houver elevatória final dentro da ETE, a medição de vazão pode ser realizada na linha de recalque da elevatória.

Devem ser previstos e especificados também medições de vazão para os fluxos internos da estação, como recirculações, descartes e retornos.

A escolha do tipo de medidor de vazão depende de vários fatores como local de instalação e condições de medição (trecho em canal aberto, tubulação com seção plena, bombeamento, tipo do líquido a ser medido, etc.), podendo ser:

- Calha Parshall: Indicado para esgoto bruto e esgoto tratado. Deve ser acompanhada de medidor de nível ultrassônico.
- Medidor de vazão Eletromagnético: Indicado para linha de recalque de estações elevatórias de esgoto e para chegada da ETE em trechos de tubulação que operem pressurizados e não tenham Calha Parshall.
- Medidor de vazão Ultrassônico de contato externo: Indicado para esgotos bruto e esgoto tratado, em trechos de tubulação que operem sob pressão.

Os medidores Parshall devem ser projetados e especificados pré-fabricados para inserção no canal, preferencialmente em fibra de vidro.

A escolha da calha Parshall deve atender às variações de mínima vazão de início de plano e máxima vazão de final de plano. Deve-se priorizar o de menor garganta (seção estrangulada) e que atenda à variação requerida.

A instalação deve priorizar o escoamento livre, pois assim é necessário apenas um medidor de nível no trecho convergente.

#### i) Calha Parshall

Os medidores Parshall deverão ser adquiridos pré-fabricados para inserção no canal, preferencialmente em fibra de vidro.

A escolha da calha Parshall deverá atender às variações de mínima vazão de início de plano e máxima vazão de final de plano, de forma que ela consiga ter plena operação em todas as etapas e condições previstas.

Devem ser observadas as condições hidráulicas a montante e a jusante da calha Parshall, de modo a permitir seu devido funcionamento. Devem ser evitadas situações que gerem regime turbulento na entrada da calha Parshall, tais como alta declividade dos canais. O projeto deve atentar-se também para evitar a geração de afogamento do canal a montante da calha Parshall, que pode gerar remansos em locais indesejados. Degraus a jusante do dispositivo devem ser verificados quanto a sua interferência na operação da mesma.

A instalação deverá priorizar o escoamento livre, pois assim é necessário apenas um medidor de nível no trecho convergente.

### 13.2 - Abastecimento de Água e Reúso

No projeto da ETE, deve ser considerado o projeto hidráulico de abastecimento de água potável para atender a estação. Dessa forma, deve ser projetada a interligação ao sistema de abastecimento público local ou a previsão de atendimento por meio alternativo, como poço tubular profundo.

O projeto deve prever pontos de água na área externa, próximos a cada uma das unidades da ETE, para limpeza com vazão e pressão adequadas. Na(s) área(s) do(s) recipiente(s) de acondicionamento dos resíduos da ETE, prever ponto de água para a lavagem e higienização. Se necessário, deve ser previsto sistema de reservação e pressurização da água para atender a demanda em volume e pressão requeridos para a adequada manutenção.

Devem ser previstos pontos de água para a irrigação do paisagismo, principalmente para as estações que usam lagoas no tratamento do esgoto e que contém taludes revestidos com grama, em que a devida manutenção desta camada é essencial para sua estabilidade.

O projeto deve prever a possibilidade de reúso do efluente tratado como águas de serviço não potável, tais como: irrigação, limpeza de unidades, entre outros, desde que obedeça aos critérios legais e normativos para este uso. Devem ser justificados os casos em que não seja possível realizar o reúso do efluente tratado.

Para as ETEs com sistema de águas de serviço, o seu dimensionamento e detalhamento deve ser elaborado independente do sistema de água potável. Todas as tubulações devem ser exclusivas para o sistema de águas de serviço, sem interligações com o sistema de água potável, mesmo através de válvulas e registros. Esses pontos e tubulações devem ser devidamente identificados de acordo com a norma ABNT NBR 16783.

### 13.3 - Armazenamento de produtos químicos

O dimensionamento e detalhamento de todas as unidades para armazenamento de produtos químicos (cal, polímero, cloreto férrico, entre outros), insumos ou resíduos deve considerar a capacidade do veículo de transporte que fará carga/descarga nessa unidade, bem como sua logística. Para tanto, deve-se consultar a área operacional da SANEAGO e fornecedores e empresas transportadoras. Ainda deve ser considerado no dimensionamento e detalhamento:

- Acesso para carga e descarga, delimitada por rebaixo de pavimento e meio-fio, com dimensões suficientes para o estacionamento do veículo e, caso haja derramamento de produto durante o processo de descarregamento, o mesmo seja contido;
- Local para destinação dos sacos, bombonas, contêineres, *bags* ou granel em área específica para abertura das mesmas e manuseio (por exemplo: pesagem e colocação em balde para transporte até o tanque de preparo ou outra unidade);
- Pontos de água em vazão e pressão adequadas;
- Facilidades para desobstrução e limpeza das tubulações;
- Sistema de drenagem conduzindo o efluente para o processo de tratamento apropriado;
- Equipamentos de medicina e segurança ocupacional tais como chuveiro de emergência e lava olhos em aço inox.

## 14 - DIRETRIZES DE OPERAÇÃO E AUTOMAÇÃO

No projeto hidráulico de ETEs, deve ser entregue o relatório de Diretrizes de Operação, contendo os procedimentos

de operação, cujo conteúdo é descrito no subtópico 15.3 do presente manual.

A previsão de automatização das ETEs deve ser coerente com seu nível de mecanização, sendo menor em sistemas mais simples, como lagoas, e maior em sistemas mais complexos, como ETEs pré-fabricadas.

Para as ETEs que possuam necessidades específicas de controle de parâmetros de processo em tempo real, devem ser previstos e especificados os equipamentos para garantir o adequado controle operacional do processo de tratamento (como, por exemplo, OD e SST em sistemas de lodos ativados, níveis de lodo em decantadores, sonda de pH em descarga de limpa-fossas, SST em sistemas físico-químicos, cloro residual em sistemas de desinfecção que usem esse produto, etc.).

Em dispositivos com descargas frequentes e de difícil acesso, prever autuação remota, podendo ser automatizada.

Nos projetos que abrangem melhorias em ETEs existentes, deve ser considerada sua automação de forma a integrar as unidades existentes com as projetadas.

Quando necessário, o projeto de automação deve ser feito conforme os **módulos do Grupo 12**, devendo conter as seguintes características:

- Compatível com o sistema supervisor da SANEAGO e com código aberto, possibilitando sua atualização pela equipe da SANEAGO.
- Compatibilização de protocolo: Modbus RTU “485” ou Modbus TCP (Ethernet).
- Compatibilidade com o servidor utilizado pela SANEAGO;
- Disponibilidade do mapeamento dos registradores.

## 15 - CONTEÚDO DOS DOCUMENTOS

Em geral, devem ser apresentados os arquivos listados no **Módulo 01.02 – Diretrizes Gerais** e nos padrões conforme o **Módulo 01.03 – Formatação dos Documentos**, que devem conter no mínimo as informações descritas nesta seção.

### 15.1 - Memorial Descritivo

Memorial Descritivo	Anteprojeto	Projeto
Formatação do documento conforme o modelo padrão SANEAGO, incluindo codificação de documentos.	X	X
Identificação do projeto – descritivo sucinto da cidade/localidade e as coordenadas das unidades operacionais projetadas e existentes relevantes para o projeto.	X	X
Síntese da ETE projetada, com apresentação das características principais das unidades projetadas e descrição das particularidades do projeto.	X	X
Análise comparativa em relação às premissas e parâmetros de projeto do Anteprojeto, indicando se serão mantidas as diretrizes deste no Projeto Básico.		X
Descrição geral do Sistema de Esgotamento Sanitário atendido pela ETE.	X	X
Justificativa da localização da ETE e caracterização do terreno.	X	X
Caracterização geotécnica da área da ETE, com reconhecimento da natureza do terreno e do nível do lençol freático.		
Apresentação de dados meteorológicos da região.	X	X
Avaliação do impacto da implantação da ETE na região.	X	X

ID GED: 12/2024

Cópia não controlada quando impresso

 Código  
**IT00.1629**

 Revisão  
**00**

 Data  
**19/02/2024**

 UO Responsável  
**SUESP**

 Página  
**28 de 36**

Memorial Descritivo	Anteprojeto	Projeto
Quadro final de população e vazões (mínima, média e máxima) ao longo do período de plano, com destaque para as etapas de implantação.	X	X
Caracterização qualitativa dos esgotos a serem tratados na ETE, indicando suas principais características físicas, químicas e biológicas em cada etapa do projeto.	X	X
Carga per capita de DBO do esgoto afluente, em g/hab.dia.	X	X
Carga de DBO de esgoto afluente a ETE, em kg/dia.	X	X
Características físicas, químicas e biológicas esperadas para o efluente final – requeridas para o efluente tratado – em cada etapa da ETE.	X	X
Caracterização do corpo receptor dos efluentes tratados da ETE: <ul style="list-style-type: none"> <li>Nome do corpo receptor;</li> <li>Classe do rio;</li> <li>Condições atuais da qualidade de suas águas, ou seja, caracterização qualitativa com suas principais características físicas, químicas e biológicas.</li> <li>Localização do ponto de lançamento dos efluentes;</li> <li>Mapa hidrográfico em escala adequada com delimitação da área de drenagem do ponto de lançamento.</li> <li>Conclusões do estudo de autodepuração</li> </ul>	X	X
Descrição detalhada e justificativa das características da ETE e de cada uma das suas unidades, ressaltando as seguintes informações básicas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Horizonte de projeto: previsão de início de operação e vida útil operacional prevista;</li> <li>Processos de tratamento utilizados (fase líquida e fase sólida);</li> <li>Etapas de implantação.</li> </ul>		X
Resumo da(s) elevatória(s) projetada(s) na ETE incluindo: etapas de implantação, número de conjuntos motobomba, tipo de conjunto motobomba considerado, potência instalada, vazão no ponto de operação, altura manométrica no ponto de operação.		X

## 15.2 - Memorial de Cálculo

Memorial de Cálculo	Anteprojeto	Projeto
Formatação do documento conforme o modelo padrão SANEAGO, incluindo formatação e codificação de documentos.	X	X
Cálculos das vazões dos esgotos sanitários afluentes à estação nas diversas etapas do plano.	X	X
Cálculos das características qualitativas do esgoto afluente, quando for o caso (caracterização teórica do esgoto).	X	X
Balanço de massa das unidades da ETE.	X	X
Dimensionamento de todas as unidades de tratamento (fase líquida e fase sólida), incluindo unidades auxiliares, quando for o caso.	X	X
Dimensionamento hidráulico de todos os canais, tubulações, interligações, vertedores, caixas de distribuição de vazão, medidores de vazão, comportas e demais componentes e equipamentos hidráulicos, definindo claramente: as vazões, as velocidades consideradas, as fórmulas hidráulicas empregadas e as dimensões e níveis resultantes.	X	X
Cálculo do perfil hidráulico da ETE para vazão máxima, mínima (quando aplicável) e para a vazão máxima de sobrecarga (considerando a indisponibilidade de um módulo – para ETEs modulares).	X	X
Dimensionamento das unidades de armazenamento, preparo e dosagem de produtos químicos,		X

Memorial de Cálculo	Anteprojeto	Projeto
quando for o caso.		
Dimensionamento dos sistemas internos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, águas pluviais e das demais elementos pertinentes.		X
Dimensionamento das estações elevatórias de esgoto e linhas de recalque conforme o <b>Módulo 05.03 – Estações Elevatórias de Esgoto</b> .		X
Verificação e dimensionamento da necessidade de ancoragem das tubulações, conforme o <b>Módulo 07.02 – Ancoragem</b> .		X

### 15.3 - Diretrizes de Operação

Diretrizes de Operação	Anteprojeto	Projeto
Descrição da ETE e seus sistemas de tratamento (fase líquida e fase sólida).		X
Fluxograma e arranjo em planta (layout) da ETE com identificação das unidades e órgãos auxiliares.		X
Resumo do Balanço de Massa da estação.		X
Descrição dos procedimentos de operação normal com descrição de cada rotina e sua frequência, além da automação prevista (quando aplicável), com base no fluxograma: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de todas as válvulas, e seus tipos de acionamento;</li> <li>• Lista de todas as comportas e tipos de acionamento;</li> <li>• Analisadores necessários nos pontos de coleta das fases do processo de tratamento;</li> <li>• Fluxogramas hidráulicos, de processo e de produto químico, contendo as válvulas, analisadores e comportas, codificadas.</li> </ul>		X
Diretrizes de monitoramento e controle operacional, contendo parâmetros (físicos, químicos e/ou biológicos) a serem levantados das fases de tratamento líquida e sólida da ETE, seus pontos de amostragem, frequência e tipo de coleta das amostras (se simples ou composta), de modo a garantir o controle operacional dos sistemas de tratamento. Ou seja, o que deve ser analisado para que a ETE opere conforme foi projetada.		X
Resumo técnico, contendo os principais parâmetros, taxas, dosagens e características técnicas das unidades e dos equipamentos, que foram considerados para os vários cenários de projeto para fácil consulta da operação.		X
Descrição e procedimento operacional dos desvios (by-pass) entre as unidades, previstos em projeto.		X
Diretrizes para situações de perturbações usuais e excepcionais previstas em projeto, com indicação de soluções e procedimentos a serem adotados nos diversos componentes dos sistemas para o enfrentamento de situações adversas com base no fluxograma, tais como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vazamentos de produtos químicos;</li> <li>• Alteração momentânea da característica do efluente;</li> <li>• Falta de energia elétrica;</li> <li>• Vazões excedentes, entre outros.</li> </ul>		X
Modelos de fichas de operação, como sugestão de documentos que podem ser preenchidos pelos operadores.		X
Descrição simplificada dos poços de monitoramento e rebaixamento de lençol, quando aplicável.		X

**15.4 - Lista de Materiais**

Lista de Materiais	Anteprojeto	Projeto
Formatação do documento conforme o modelo padrão SANEAGO, incluindo formatação e codificação de documentos.	X	X
Quantitativos de tubulações e principais equipamentos projetados, em função dos diâmetros, dos materiais e da etapa de implantação do sistema projetado.	X	
Quantitativo detalhado de peças e demais materiais previstos, separadas por unidade/prancha e compatibilizado com os desenhos, contendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de identificação das peças;</li> <li>Descrição sucinta das peças conforme lista de materiais padrão da SANEAGO: <ul style="list-style-type: none"> <li>Código do sistema KOR;</li> <li>Material;</li> <li>Espessura da chapa, quando pertinente;</li> <li>Classe de resistência, quando for o caso;</li> <li>Classe de pressão, quando for o caso;</li> <li>Unidade utilizada para quantificar;</li> <li>Quantitativos das peças;</li> <li>Desenho de referência.</li> </ul> </li> </ul>		X

**15.5 - Especificações Técnicas**

Especificações Técnicas	Anteprojeto	Projeto
Formatação do documento conforme o modelo padrão SANEAGO, incluindo codificação de documentos.		X
Apresentação das especificações técnicas gerais de materiais e serviços, de acordo com os materiais e equipamentos da Lista de Materiais, sendo, principalmente: <ul style="list-style-type: none"> <li>Conjuntos motobomba;</li> <li>Tubulações;</li> <li>Válvulas e registros de manobra e controle;</li> <li>Equipamentos para movimentação de cargas;</li> <li>Comportas;</li> <li>Gradeamentos;</li> <li>Medidores de vazão;</li> <li>Equipamentos e elementos pré-fabricados.</li> </ul>		X
Demais equipamentos que necessitem de maiores especificações para sua devida aquisição, montagem, instalação, operação e manutenção.		X

**15.6 - Desenhos**

Informações necessárias em **todos os desenhos**:

- Formatação dos desenhos conforme o modelo padrão SANEAGO, incluindo carimbo, formatação e codificação de documentos.
- Indicação da escala adotada, de modo que seja adequada para o entendimento.
- Arruamentos, com nome das ruas e logadouros e identificação de bairros.

- Identificação de cursos d'água, com nome e sentido do fluxo.
- Indicação dos níveis principais do terreno, pavimento e tubulações.
- Nas plantas:
  - Norte magnético, indicação da origem planimétrica (coordenadas) e altimétricas (Rns).
  - Malha de coordenadas geográficas (SIRGAS 2000).
  - Curvas de nível, de acordo com a escala adotada.
  - Indicação das seções de corte.
- Nos cortes:
  - Indicação dos principais níveis (terreno, calçada, piso, geratriz da tubulação, água, entre outros.)
- Identificação das unidades projetadas, existentes e futuras, a depender das etapas de implantação.
- Legendas das simbologias e cores adotadas.

Os principais desenhos a serem apresentados são:

<b>Planta de macrolocalização e situação</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Planta indicando a localização dos empreendimentos dentro do sistema, georreferenciada (SIRGAS 2000).	X	X
Malha de coordenadas geográficas (UTM, SIRGAS 2000).	X	X
Zoneamento urbano, se houver.	X	X
Distribuição espacial da população (zonas homogêneas).	X	X
Áreas sujeitas a inundações ocasionais.	X	X
Delimitações de Unidades de Conservação (UC), Áreas de Preservação Permanente (APP), áreas especiais, etc, caso existam.	X	X
Localização de pontos de captação de água e de lançamento de esgotos	X	X
Linhas de alta-tensão, oleodutos, gasodutos e similares.	X	X
Indicação de áreas ou lotes com ocupação notável de uso, que limitem com a área escolhida (indústrias, hospitais, escolas, quartéis, etc.).	X	X
Delimitação e identificação dos bairros na área de projeto.	X	X
Arruamentos e contornos de quadras, conforme urbanização da Prefeitura municipal.	X	X
Área de abrangência do sistema de esgotamento sanitário atendido pela estação, diferenciando o sistema já existente, se houver.	X	X
Delimitação e identificação das bacias de esgotamento, com traçado dos coletores-tronco, interceptores e emissários.	X	X
Configuração geral do sistema, com localização e respectiva denominação das unidades, projetadas e existentes, com diferenciação e etapalização destas (projetadas 1ª etapa, projetadas 2ª etapa, previstas etapa futura, unidades existentes, unidades a desativar, etc.), apresentadas sobre planta aerofotogramétrica em escala reduzida.	X	X

<b>Planta geral de locação e situação da ETE</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Área total e limites do lote para implantação do empreendimento, incluindo áreas para expansões futuras, locadas e georreferenciadas.	X	X
Curvas de nível de metro em metro.	X	X
Malha de coordenadas geográficas (UTM, SIRGAS 2000).	X	X
Indicação de áreas ou lotes com ocupação notável de uso, quando limitarem com a área escolhida (indústrias, hospitais, escolas, quartéis, etc.).	X	X
Indicação de todas as unidades principais e auxiliares, locadas e georreferenciadas.	X	X
Esquema geral do arruamento interno proposto.	X	X

<b>Planta geral das principais tubulações externas – Arranjo hidráulico</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Interligações entre as unidades projetadas e/ou existentes, com seus diâmetros, material e setas indicativas do sentido do fluxo hidráulico.	X	X
Indicação de todas as unidades da ETE e etapa de implantação.	X	X
Indicação das tubulações externas da área da ETE.	X	X
Sobreposição com a base topográfica utilizada.	X	X
Curvas de nível de metro em metro.	X	X
Número de identificação para todos os tubos, conexões, válvulas, registros e acessórios, correspondente à lista de materiais.	X	X
Apresentação de lista de materiais nos desenhos, com codificação facilmente identificada nas peças gráficas, compatível com os relatórios.	X	X
Blocos e ancoragens das tubulações.		X

<b>Fluxogramas dos processos simplificados (fase líquida e sólida)</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Indicação de todas as fases do processo e as unidades de tratamento e auxiliares, com sentido de fluxo e valores pertinente do resultado final do balanço de massa da estação (vazões líquidas e mássicas médias e máximas).	X	

<b>Fluxogramas dos processos</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Indicação de todas as fases do processo e as unidades de tratamento e auxiliares, incluindo fase líquida, sólida e produtos químicos.		X
Tubulações de processo com sentido de fluxo e valores pertinente do resultado final do balanço de massa da estação (vazões líquidas e mássicas médias e máximas, os equipamentos com suas respectivas capacidades, as válvulas, os registros, entre outros).		X
Todos os equipamentos devem receber um código para referência nos memoriais, especificações, diretrizes operacionais e projetos complementares.		X

<b>Perfil hidráulico</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Indicação de todas as unidades de processo (fase líquida), sendo que o fluxo da ETE deve ser desenhado da esquerda para a direita.		X
Escala horizontal menor que a vertical.		X

<b>Perfil hidráulico</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Indicação dos níveis de água para as vazões calculadas e principais elevações das estruturas.		X

<b>Plantas e cortes dos principais níveis de cada uma das unidades da ETE</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Unidades da ETE detalhadas individualmente, através de um conjunto de desenhos. Os desenhos devem ser apresentados seguindo o fluxo do processo.	X	X
Sobreposição com a base topográfica utilizada.	X	X
Cotas das áreas internas das estruturas, para subsidiar a elaboração do projeto estrutural.	X	X
Plantas dos principais níveis, incluindo cobertura/tampa.	X	X
Pelo menos duas seções de cortes, posicionadas estrategicamente para total entendimento do projeto.	X	X
Tubulações, com seus diâmetros, material e setas indicativas do sentido do fluxo hidráulico.	X	X
Equipamentos.	X	X
Cotas das áreas internas das estruturas, para subsidiar a elaboração do projeto estrutural.	X	X
Escala 1:25, podendo ser adotado 1:50 ou 1:75 para unidades de maior porte.	X	X
Detalhamentos de pontos de atenção que necessitem de mais informações para sua devida execução (por exemplo: tampas, vertedores, "stop-logs", suportes, escadas, e demais acessórios pertinentes).	X	X
Número de identificação para todos os tubos, conexões, válvulas, registros e acessórios, correspondente à lista de materiais.	X	X
Apresentação de lista de materiais nos desenhos, com codificação facilmente identificada nas peças gráficas, compatível com os relatórios.	X	X

<b>Plantas e cortes das unidades auxiliares de hidráulica e órgãos acessórios</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Plantas das unidades necessárias para a devida operação hidráulica, tais como: medidor de vazão, caixas de ventosa, poços de visita, bocas de lobo, etc.), incluindo cobertura/tampa, mostrando todos os equipamentos e tubulações.		X
Pelo menos duas seções de cortes, posicionadas estrategicamente para total entendimento do projeto.		X
Canal afluente/tubulação afluente, dispositivo de remoção de sólidos grosseiros, câmara de sucção e demais unidades que compõem a mesma estrutura da elevatória (podendo ser em planta única ou plantas separadas, a depender do porte da estrutura).		X
Tubulações, com seus diâmetros, material e setas indicativas do sentido do fluxo hidráulico.		X
Equipamentos da estação elevatória.		X
Cotas das áreas internas das estruturas, para subsidiar a elaboração do projeto estrutural.		X
Escala 1:25, 1:20 ou 1:10.		X
Detalhamentos de pontos de atenção que necessitem de mais informações para sua devida execução.		X
Número de identificação para todos os tubos, conexões, válvulas, registros e acessórios, correspondente à lista de materiais.		X
Apresentação de lista de materiais nos desenhos, com codificação facilmente identificada nas peças gráficas, compatível com os relatórios.		X

<b>Esquemas isométricos</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Esquemas isométricos para tubulações de produtos químicos e hidráulica predial.		X
Tubulações com seus diâmetros, material e setas indicativas do sentido do fluxo hidráulico.		X

<b>Plantas de drenagem pluvial da área</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Sistema de tubulações, canaletas, grades e poços de visita, conduzindo o encaminhando as águas drenadas da área da elevatória para o sistema de drenagem existente, corpo hídrico ou PV de infiltração.		X
Sobreposição com a base topográfica utilizada.		X
Curvas de nível de metro em metro.		X
Cotas dos poços de visita, indicando nível do terreno, nível de fundo e profundidade do PV.		X
Cotas de tubulações e canaletas, indicando diâmetro/dimensões, material, inclinação, nível e setas indicativas do sentido do fluxo hidráulico.		X
Número de identificação para todos os tubos, conexões e acessórios, correspondente à lista de materiais.		X
Apresentação de lista de materiais nos desenhos, com codificação facilmente identificada nas peças gráficas, compatível com os relatórios.		X

<b>Desenhos de tubulações externas</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Planta geral da ETE com apresentação de todas as tubulações projetadas e os acessórios a elas pertencentes, bem como as tubulações existentes, se for o caso, situadas na área externa às unidades da ETE, como, por exemplo: água de serviços, água potável, esgotamento sanitário, drenagem pluvial, produtos químicos, etc.	X	X
Projeto de esgotamento/extravasão das unidades da estação.		X
Detalhamento específico de cada linha de tubulação ou de sistema, através de desenhos próprios, com plantas e perfis e adequadamente identificadas por nome, código, tipo e/ou cor de linha, contendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>Indicação de diâmetros, material, caminhamento e suportes e/ou fixação previstos.</li> <li>Cotas em perfil com o mesmo referencial de nível adotado para o detalhamento das unidades da ETE.</li> <li>Seguir, no que for pertinente, o <b>Módulo 05.02 – Interceptores e Emissários Finais de Esgoto</b></li> </ul>	X	X

### 15.7 - Modelo BIM

<b>Modelo BIM</b>	<b>Anteprojeto</b>	<b>Projeto</b>
Modelo BIM georreferenciado e paramétrico, elaborado conforme os módulos do <b>Grupo 02 – Projetos em BIM</b> .		X

## 16 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 12208 Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de esgoto — Requisitos;

ID GED: 12/2024

Código  
**IT00.1629**

Revisão  
**00**

Data  
**19/02/2024**

UO Responsável  
**SUESP**

Página  
**35 de 36**

Cópia não controlada quando impresso

SABESP, 2003. Norma Técnica SABESP – Elaboração de Projetos – Estações Elevatórias.

## 17 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento integra o Manual de Projetos e é de titularidade exclusiva da SANEAGO para elaboração de projetos internos e externos. Este Módulo poderá ser alterado, suspenso ou cancelado a critério exclusivo da Superintendência de Estudos e Projetos, sendo qualquer atualização publicada no site da companhia. É de responsabilidade do usuário a utilização da última versão publicada. Sugestões e comentários devem ser enviados ao e-mail [manualdeprojetos@saneago.com.br](mailto:manualdeprojetos@saneago.com.br).

## 18 - CONTROLE DE REVISÕES

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO
00	02/2024	Emissão inicial

## APROVAÇÃO

Este documento normativo foi aprovado conforme as diretrizes da Política de Alçadas e Limites da Saneago – PL00.0125.



Documento assinado eletronicamente por BRUNO BARBOSA CAZORLA, SUPERINTENDENTE na SUPERIN. DE ESTUDOS E PROJETOS - SUESP, em 19/02/2024 10:27:17, horário oficial de Brasília, conforme Art. 2º, § 2º, III, “b”, da Lei Estadual nº 17.039/2010 e Art. 4º, II da Lei Federal nº 14.063/2020.