

# ***MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO***

## ***MPS***

### ***MÓDULO 11.2***

#### ***DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO***

#### ***ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO ETE***

***VERSÃO***

***2023***

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

**SUMÁRIO**

<b>1. OBJETIVO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. *CLASSIFICAÇÃO DAS ETES POR PORTE .....</b>	<b>2</b>
<b>3. DIRETRIZES GERAIS .....</b>	<b>2</b>
<b>4. RECEBIMENTO DE LIMPA FOSSAS .....</b>	<b>8</b>
<b>5. TRATAMENTO DA FASE LÍQUIDA.....</b>	<b>9</b>
5.1 TRATAMENTO PRELIMINAR E REGULAÇÃO DE VAZÃO.....	9
5.1.1 <i>Medições.....</i>	9
5.1.2 <i>Remoção de sólidos grosseiros – gradeamento .....</i>	10
5.1.3 <i>Remoção de areia – desarenador.....</i>	13
5.1.3.1 Dimensionamento .....	15
a) <i>Desarenador com fluxo horizontal e seção retangular.....</i>	15
b) <i>Desarenador de fluxo tangencial e limpeza mecanizada através de air lift .....</i>	16
c) <i>Desarenador de limpeza mecanizada de fluxo horizontal e seção quadrada tipo Door-Oliver .....</i>	16
d) <i>Desarenador tipo caixa aerada .....</i>	17
<b>6. TRATAMENTO POR PROCESSOS FÍSICOS E FÍSICO-QUÍMICOS.....</b>	<b>17</b>
6.1 DECANTAÇÃO PRIMÁRIA.....	17
6.2 DECANTAÇÃO ACELERADA .....	18
6.3 FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO .....	19
<b>7. TRATAMENTOS POR PROCESSOS BIOLÓGICOS .....</b>	<b>21</b>
7.1 PROCESSO ANAERÓBIO .....	21
7.1.1 <i>Tratamento Anaeróbio de Esgoto com reatores anaeróbios do Tipo UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo).....</i>	21
7.1.2 <i>Filtro anaeróbio .....</i>	24
7.1.3 <i>Lagoa anaeróbia.....</i>	24
7.2 PROCESSO AERÓBIO.....	24
7.2.1 <i>Filtro biológico percolador.....</i>	24
7.2.2 <i>Lagoa facultativa e lagoa aerada.....</i>	26
7.2.3 <i>Lodos ativados.....</i>	28
7.2.4 <i>Filtro Biológico Aerado Submerso e MBBR .....</i>	30
7.2.5 <i>*Sistema de aeração e eficiência energética.....</i>	30
7.3 DESINFECÇÃO.....	31
<b>8. TRATAMENTO DA FASE SÓLIDA.....</b>	<b>33</b>
8.1 DIGESTOR DE LODO .....	33
8.2 SISTEMA DE DESIDRATAÇÃO DE LODO .....	33
8.2.1 <i>Desidratação natural.....</i>	34
8.2.2 <i>Desidratação mecanizada .....</i>	35

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

## 1. OBJETIVO

Este documento tem como objetivo definir diretrizes e orientações para elaboração dos projetos de Estações de Tratamento de Esgoto - ETEs.

## 2. \*CLASSIFICAÇÃO DAS ETEs POR PORTE

\* As ETEs são classificadas, segundo seu porte, conforme Resolução SEMA 21/09, seguindo a tabela abaixo:

**Tabela 1 - Classificação das ETEs por porte**

<b>Porte</b>	<b>Capacidade de tratamento (habitantes)</b>
Pequeno	Até 30.000
Médio	Entre 30.000 e 250.000
Grande	Superior a 250.000

## 3. DIRETRIZES GERAIS

- Para os projetos de ampliação de ETEs existentes, a contratada deverá:

- Avaliar o histórico de, no mínimo, 1 ano de dados de medição de vazão, a serem fornecidos pela Sanepar e elaborar análise probabilística que garanta a definição das vazões de projeto, com segurança aceitável. Também poderá ser utilizado o conceito de vazão sustentável, aquela que é igualada ou ultrapassada durante um número de dias consecutivos. Com base nesses estudos, deverá ser estabelecido um critério-base para a seleção das vazões de projetos. Cabe destacar que, dependendo da unidade de tratamento a ser projetada, poderá ser utilizada, por exemplo, a vazão máxima horária.

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

- Nos casos em que não houver histórico de vazão, poderá ser adotada a NBR 12209/2011 da ABNT, que preconiza o dimensionamento pela vazão afluente média para reatores anaeróbio, por exemplo. Ou poderão ser utilizados dados de ETEs pertencentes à Sanepar com características como, população, extensão e layout de rede, clima, topografia e solo similares à ETE que está sendo projetada.
  
- Avaliar o histórico de, no mínimo, 1 ano de características de DBO e SST do esgoto afluente ou pré-tratado (no caso de projeto de pós tratamento) e elaborar análise probabilística que permita a seleção das cargas orgânicas de projeto com razoável segurança.
  
- Dimensionar e detalhar, para todas as ETEs, independente do porte, tubulação de extravasamento denominada como “Dispositivo de Controle de Picos de Vazão Afluente”. Preferencialmente, esta tubulação deve sempre congruir ao ponto de lançamento do efluente da ETE, salvo inviabilidade técnica, que deve ser justificada no projeto.
  
- Dimensionar o extravasor de maneira que a máxima vazão enviada à ETE seja a vazão nominal de dimensionamento da mesma. Para casos de ETEs com etapa anaeróbia, esse processo deve ser o limitante para vazão máxima da ETE;
  
- Todas as ETEs cujo transporte do efluente seja através de recalque, a estação elevatória final deverá ser dimensionada de maneira que sua vazão máxima seja condizente com a vazão de dimensionamento da ETE. Para tanto, a vazão deverá ser equacionada através de bombas de velocidade variável e/ou através de divisão da vazão em vários conjuntos motos bombas, ou ainda prevendo um volume de poço que consiga amortecer picos de vazão;

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

- Dimensionar todos os processos onde esteja prevista recirculação interna de efluentes da fase sólida com base no balanço de massas;
  
- Para ETEs com sistema de desinfecção e/ou controle de odores, utilizando o gás cloro, devem ser projetados sistemas de controle e planos de emergência para a ETE e vizinhança.
  
- Devem ser adotadas minimamente as seguintes precauções de segurança:
  - Exaustor;
  - Kit de segurança;
  - Detector de vazamento de gás;
  - Equipamentos de proteção individuais - EPIs e Equipamentos de proteção coletivos - EPCs mínimos: Máscara com ar respirável (ou cilindro de oxigênio) e chuveiro de emergência e lava olhos;
  - Para cilindros de 900 kg, prever, além dos itens acima, lavador de gás;
  
- Dimensionar e detalhar todas as ETEs levando em consideração a avaliação da capacidade de diluição e autodepuração do corpo receptor e demais exigências constantes da legislação ambiental vigente;
  
- Para garantir a obtenção do efluente dentro dos parâmetros de lançamento durante 100% (cem por cento) do tempo, como preconiza o Instituto Água e Terra do Paraná - IAT, órgão ambiental responsável pelo licenciamento das ETEs no Estado do Paraná, dimensionar o processo de tratamento utilizando um coeficiente de confiabilidade adequado.
  
- Para dimensionamento das ETEs, utilizar quando disponível os dados fornecidos pela Sanepar. Sob o ponto de vista quantitativo, devem ser apresentadas as vazões de origem doméstica, comercial, industrial, pública

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

e de infiltração. Sob o aspecto qualitativo deve ser avaliada a concentração de DBO, os sólidos em suspensão total, os sólidos voláteis, a DQO, o nitrogênio, o fósforo e as substâncias tóxicas, ou específicas, provenientes do recebimento de efluentes não domésticos;

- Dimensionar e detalhar todas as ETEs permitindo o estagiamento da implantação das unidades, maior flexibilidade operacional e minimização dos investimentos iniciais evitando ociosidades nas instalações, atendendo o marco regulatório do saneamento.
  
- Verificar as velocidades em canais nas diferentes etapas de estagiamento, evitando sedimentação nas vazões mínimas de início de plano;
  
- Elaborar o leiaute da ETE procurando sempre:
  - Minimizar a área ocupada;
  - Obter menor custo com corte e aterro;
  - Minimizar os problemas de maus odores e de ruídos à comunidade vizinha
  - 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 elétrica, 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.
  - Evitar interferências entre os projetos arquitetônico, elétrico, estrutural, geotécnico, drenagem, urbanização, etc.

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

- Elaborar fluxograma de processo e engenharia com balanço de massa e definições de cada fase do processo de tratamento;
  
- O dimensionamento e detalhamento de todas as unidades para armazenamento de produtos químicos (cal, polímero, cloreto férrico, entre outros), insumos ou resíduos deverá ser elaborado levando-se em consideração a capacidade do veículo de transporte que fará a carga ou descarga nessa unidade, bem como sua logística. Para tanto, é de responsabilidade da contratada, a consulta, além da área operacional da Sanepar, aos fornecedores e as empresas transportadoras. Deverá 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, containers, 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);
  - Sistema de limpeza com água de reuso ou potável em quantidade e pressão adequadas;
  - Sistema de drenagem conduzindo o efluente para o processo de tratamento apropriado;
  - Equipamentos de medicina e segurança ocupacional, tais como lava chuveiro de emergência e lava olhos em aço inox e lava pés;
  - Dispositivos para inserção de equipamentos para limpeza e desobstrução das tubulações;
  
- Prever pontos de água para limpeza (potável ou de serviço) em todas as unidades onde ocorra descarga, manejo ou tratamento de resíduos sólidos,

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

líquidos ou gasosos, com capacidade e pressão adequadas para limpeza.

- Para as ETEs com sistema de águas de utilidades, elaborar o seu dimensionamento e detalhamento independente do sistema de água potável. Todas as tubulações deverão ser exclusivas para o sistema de águas de utilidades sem interligações com o sistema de água potável mesmo através de válvulas e registros. Prever identificação de todos os pontos e tubulações de acordo com a norma.
  
- Prever dispositivo de limpeza de veículos utilizados na rotina de operação para transporte de produtos químicos (granel, ensacado, bombonas e/ou containers), lodo, espuma, resíduos sólidos, compatível com o porte do mesmo com sistema de drenagem conduzindo a água de lavagem para o processo de tratamento apropriado.
  
- O traçado das vias de acesso às unidades da ETE e, caso necessário à área da ETE, deverá levar em consideração o porte dos veículos que terão acesso à mesma, bem como possível interferência entre estes. Deverá ser verificado o raio de curvatura e a declividade das vias e a capacidade suporte do pavimento, especialmente em curvas, rampas e áreas de manobra;
  
- Todas as unidades de tratamento devem estar situadas acima da cota de inundação da área e afastadas das margens de rios, em obediência às determinações do Código Florestal. Avaliar a necessidade de implantação de dispositivos de controle de alagamento para o restante da área;
  
- Deverá ser detalhado projeto de cortina verde para todas as ETEs, independentemente do porte, conforme diretriz específica.
  
- Para alimentação de equipamentos de desaguamento de lodo devem ser utilizadas bombas de deslocamento positivo afogadas precedidas de



---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

macerador ou gradeamento. Para casos especiais discutir com a área de operação e manutenção.

- A escolha do modelo das bombas, a serem empregadas nas elevatórias de processo das ETEs, deverá ser realizada em conjunto com as gerências responsáveis por sua operação e manutenção.
  
- Para todas as ETEs com reatores anaeróbios deverão ser previstos queimadores de gás, sendo que para ETEs com vazão acima de 100 L/s, ou em locais potencialmente problemáticos (proximidade de loteamentos instalados, projetados ou com previsão futura de implantação pelo Plano Diretor Municipal), os queimadores deverão ser de alta eficiência ou enclausurados com queima controlada de gases. Deverão ser previstos todos os dispositivos e equipamentos necessários para o perfeito funcionamento do sistema de queima, tais como armazenamento, pressurização, entre outros.
  
- \* Todo dimensionamento e especificações adotados devem ser pautados na melhor eficiência energética, sendo que na apresentação das proposições de alternativas, esta indicação seja um dos parâmetros de decisão.
  
- Caso haja necessidade de válvulas atuadas, 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;

#### **4. RECEBIMENTO DE LIMPA FOSSAS**

Deverá ser prevista estrutura para recebimento de caminhões limpa fossa e, para o seu dimensionamento deverá ser levantado junto a área operacional da Sanepar a quantidade e frequência de recebimento.

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

Deverá ser previsto:

- gradeamento de, no mínimo, 20 mm;
- um dispositivo que permita encaixe da tubulação de descarga do caminhão com o(s) tanque(s) de recebimento;
- verificação da necessidade de implantação de mais de um tanque de recebimento de lodo de limpa fossa;
- o(s) tanque(s) deverá(ão) ser fechado(s) e provido(s) de tampas de acesso e inspeção;
- inclinação no fundo do tanque moldada na laje de fundo em direção à saída com declividade adequada;
- acesso dos caminhões com área de giro adequada;
- trapiche com 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.;
- sistema que possibilite o envio controlado do lodo proveniente de limpa fossa para a entrada do sistema de tratamento.

## **5. TRATAMENTO DA FASE LÍQUIDA**

### **5.1 Tratamento preliminar e regulação de vazão**

#### **5.1.1 Medições**

##### *Medição de Vazão*

- Prever e especificar, para todas as ETEs, independentemente de porte, medidor de vazão para o esgoto bruto por meio de calha Parshall e, preferencialmente, sensor ultrassônico. O medidor deve possuir armazenamento dos dados em *data logger* quando não existir Sistema de Supervisão na ETE. Se houver elevatória final dentro da ETE, poderá ser utilizado medidor de vazão

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

eletromagnético na linha de recalque ao invés da Calha Parshall

- Para ETEs com processo de tratamento em regime de batelada deverá ser previsto medição de vazão no efluente tratado. Recomenda-se também a medição de vazão do efluente final nas demais ETEs, mesmo que com sistemas mais simplificados como, por exemplo, vertedores.

- Para as ETEs de grande porte (acima de 250.000 habitantes) prever e especificar medidor de vazão, para esgoto bruto desviado através do “dispositivo de controle de pico excedente de vazão”.

- Prever e especificar medições de vazão dos fluxos internos, como recirculação, descarte e ou retornos.

*Medição de pH e condutividade elétrica*

- Para as ETEs de grande e médio porte verificar com a área operacional a necessidade de implantação, após o desarenador, de medidor on-line de pH e condutividade elétrica com armazenamento das leituras em data logger e interligação ao sistema supervisor.

*Medições de parâmetros específicos*

- Para as ETEs de grande porte que possuam necessidades específicas de controle de parâmetros de processo em tempo real, deverão 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, ou SST em sistemas físico-químicos). Sempre avaliar em conjunto com a equipe de operação e manutenção.

### 5.1.2 Remoção de sólidos grosseiros – gradeamento

*ETEs de grande porte*

- Deverão ser projetadas sempre com duas ou mais linhas sem a necessidade de by-pass, por exemplo, para 2 canais, deverá ser implantado um terceiro com

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

50% da capacidade. Assim, será possível operar a estação com um canal em manutenção;

- Dimensionar e detalhar cada linha com no mínimo gradeamento médio 20 mm seguido de gradeamento fino de 3 a 6 mm, sendo ambos mecanizados;
- Prever gradeamento grosso, em torno de 50 mm, antecedendo o gradeamento médio quando o modelo da grade média prevista não for compatível com resíduos grosseiros (caibros, ripas, pedras, entre outros).

*ETEs de médio porte*

- Deverão ser projetadas sempre com uma linha 100% redundante. Assim, serão sempre duas linhas sem a necessidade de by-pass;
- Dimensionar e detalhar cada linha com gradeamento médio 20 mm com limpeza manual seguido de gradeamento fino de 3 a 6 mm mecanizado;
- Prever gradeamento grosso, em torno de 50 mm, antecedendo o gradeamento médio quando o modelo da grade média prevista não for compatível com resíduos grosseiros (caibros, ripas, pedras, entre outros).

*ETEs de pequeno porte*

- Deverão ser projetadas sempre com uma linha emergencial (by-pass) com uma grade fixa 20 mm com limpeza manual;
- Dimensionar e detalhar a linha principal com gradeamento médio 20 mm seguido por gradeamento fino de 10 mm a 12 mm ambos com limpeza manual;
- Para estas ETEs poderá ser dimensionado e detalhado gradeamento fino mecanizado quando a quantidade de material retido justificar o uso do equipamento e quando utilizado Filtro Biológico Percolador - FBP como processo de tratamento ou pós-tratamento ou a critério da Sanepar.

*ETEs de qualquer porte*

- Avaliar e considerar na modulação de canais as projeções de vazão e perda de carga do equipamento proposto, de forma a evitar, minimizar e / ou prevenir

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

dispositivos, para controle de acúmulo de resíduos por baixa velocidade a montante e no equipamento de gradeamento;

- Prever a instalação do gradeamento mecanizado em nível acima do fundo do canal para evitar deposição de sedimentos finos (areia) e grosseiros (pedras, panos, entre outros) nos elementos mecânicos dos equipamentos. Preferencialmente os elementos mecânicos das grades devem estar acima do fundo do canal. Prever sistema de drenagem do canal à montante da grade, para limpeza e facilidade de escoamento.

- Prever, nos nichos de instalação dos equipamentos, 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.

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

- Prever na área que abrigará as caçambas/containers que receberão o material gradeado, sistema de drenagem retornando o percolado para o tratamento e ponto de água de serviço ou tratada para a lavagem e higienização. Se necessário dimensionar sistema de pressurização e armazenamento para atender a demanda em pressão e volume requeridos para a adequada manutenção. Verificar problemas de inundação e extravasamento a partir de interligação da drenagem destas estruturas com as unidades de tratamento.

- Para a área que abrigará as caçambas/containers que receberão o material gradeado prever acesso compatível com os veículos utilizados pela operação para sua remoção (caminhão *brook*, picape, entre outros), incluindo área de manobra, raio de curvas, base, sub-base e pavimento compatível com o peso combinado dos veículos.

- Prever dispositivos para cobertura e fechamento de caçambas e containers, incluindo o período de enchimento.

- Prever acesso ou estruturas para içamento e remoção dos equipamentos.

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

*Tipos de gradeamento*

Para a escolha do tipo de gradeamento mecanizado, levar em consideração:

- Consultar fabricantes homologados pela Sanepar. Caso seja proposto um sistema não homologado, deverá ser justificado. Elaborar relatório com as características técnicas de cada sistema, custos operacionais, suas vantagens e desvantagens e indicação da melhor alternativa técnica e econômica;
- Evitar utilizar peneiras rotativas onde as vazões forem superiores a 180L/s;
- Evitar utilizar grades de barras curvas de limpeza mecanizada, por apresentarem dificuldades de manutenção e de alinhamento dos rastelos, a menos que se tenham equipamentos disponíveis no mercado com sistema reverso, anulando o travamento dos rastelos;
- Dar preferência a equipamentos mecanizados que possuam sistema de lavagem dos sólidos retidos. Prever e dimensionar nos canais de gradeamento os locais adequados para retorno de percolados e drenos das roscas transportadoras, respeitando questões ergonômicas, de segurança ocupacional e higiene das estruturas;
- Após o gradeamento, dimensionar e detalhar roscas transportadoras ou sistemas que permitam a compactação dos detritos retidos;
- No dimensionamento dos canais estudar o arranjo e disposição adequada de pórticos, volantes de manobra, roscas, e demais peças e equipamentos, respeitando questões ergonômicas, de segurança ocupacional e higiene das estruturas.

### **5.1.3 Remoção de areia – desarenador**

Os desarenadores ou caixas de remoção de areias projetados poderão ser de limpeza manual ou mecanizada, conforme o porte da ETE. Sendo que, além da vazão de dimensionamento, as condições topográficas, as condições de pavimentação e o tipo de solo da bacia de coleta, a posição dos coletores nas ruas (passeio ou rua), o processo de tratamento e a estrutura operacional da unidade gestora devem ser

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

levados em consideração para a definição do sistema de desarenação a ser adotado.

*ETEs de grande porte*

- Utilizar sempre desarenadores com limpeza mecânica, devendo sempre ser previstas pelo menos duas unidades instaladas. Se uma delas for reserva, poderá ser não mecanizada. Utilizar preferencialmente, desarenadores aerados para retirada simultânea de gordura:

*ETEs de porte médio e pequeno*

- Preferencialmente utilizar desarenadores com limpeza mecânica para vazão de dimensionamento acima de 100 L/s. Utilizar preferencialmente, desarenadores aerados para retirada simultânea de gordura;

- Para as ETEs com vazão de dimensionamento igual ou superior a 60 L/s e inferior a 180 L/s, poderão ser projetados desarenadores de fluxo tangencial de limpeza mecanizada tipo Vortex, usualmente denominados ciclônicos;

- Para as ETEs com vazão de dimensionamento inferior a 60 L/s, poderão ser projetados desarenadores com limpeza manual, sendo que os mesmos deverão ser de fluxo horizontal e seção retangular, tipo canal de velocidade constante, devendo sempre ser projetada uma unidade reserva.

- Nos casos em que a escolha for a implantação de desarenador de fluxo tangencial e remoção da areia por *air lift*, prever a instalação de um compressor reserva, temporizador e/ou automação, verificando com a área operacional a necessidade de instalação dos equipamentos para remoção da areia.

*ETEs de qualquer porte*

- Para as ETEs com desarenadores de limpeza mecanizada, devem ser previstas pelo menos duas unidades instaladas, se uma delas for reserva, poderá ser não mecanizada;

- Independente da vazão de dimensionamento poderá ser verificada a

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

disponibilidade no mercado de sistemas de desarenação, ou ainda sistema combinado: gradeamento e desarenação. Para tanto, a contratada deverá elaborar especificação técnica do equipamento;

- A área que abrigará as caçambas/containers que receberão o material dos desarenadores deverá ser provida de sistema de drenagem e ponto de água de serviço ou tratada para a lavagem e higienização. Se necessário dimensionar sistema de pressurização e armazenamento para atender a demanda em pressão e volume requeridos para a adequada manutenção. Verificar problemas de inundação e extravasamento a partir de interligação da drenagem destas estruturas com as unidades de tratamento;

Para a área que abrigará as caçambas/containers que receberão o material desarenado prever acesso compatível com os veículos utilizados pela operação para sua remoção (caminhão *brook*, picape, entre outros), incluindo área de manobra, raio de curvas, base, sub-base e pavimento compatível com o peso combinado dos veículos;

- Prever dispositivos para cobertura e fechamento de caçambas e containers, incluindo o período de enchimento;

- Prever acesso ou estruturas para içamento e remoção dos equipamentos.

#### 5.1.3.1 Dimensionamento

Os desarenadores ou caixas de remoção de areias serão dimensionados seguindo a NBR 12209:2011, com as seguintes recomendações:

##### a) *Desarenador com fluxo horizontal e seção retangular*

- No fundo e ao longo do canal deve ser previsto espaço para a acumulação do material sedimentado, com profundidade mínima de 0,20 m. Recomenda-se que a profundidade tenha a capacidade mínima de retenção que permita um ciclo de descarga de 2 dias para a vazão máxima horária.



---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

*b) Desarenador de fluxo tangencial e limpeza mecanizada através de air lift*

- A velocidade de entrada deve ser de 0,7 a 0,9 m/s e, de saída, de no máximo, 0,4 m/s;
- O tempo de detenção hidráulico para a vazão máxima deve ser igual ou superior a 20 segundos.

*c) Desarenador de limpeza mecanizada de fluxo horizontal e seção quadrada tipo Door-Oliver*

São tanques de remoção de areia mecanizado e formato quadrado em planta, com velocidades de 0,3 m/s para a vazão máxima e com pouca profundidade (0,5 a 1,1 m). Nesta unidade o esgoto afluyente é distribuído em muitos canais virtuais, por meio de dispositivos direcionadores, e que ao final deste percurso apresentam descarga livre através vertedor.

- No dimensionamento desta unidade devem ser propostas estruturas para equalização da vazão afluyente considerando as vazões mínimas de início de plano e ao longo do horizonte de atendimento, que independam da operação frequente dos operadores e permitam a limpeza e remoção de resíduos acumulados até que se alcancem as velocidades mínimas previstas no dimensionamento, evitando comprometer a equalização de vazão pelo acúmulo de sedimentos no canal de distribuição.
- Os parâmetros de projeto para estas caixas de areia são apresentados no quadro 01.

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

**Quadro 01: Dimensões aproximadas – Fonte: adaptado do Metcalf & Eddy, Fourth Edition**

Item	Unidade	Valores			
Diâmetro do tanque	m	3,0	6,0	9,0	12,0
$\theta$ 0,21 mm de areia (vazão máx.)	m <sup>3</sup> /s	0,17	0,70	1,58	2,80
$\theta$ 0,15 mm de areia (vazão máx.)	m <sup>3</sup> /s	0,11	0,45	1,58	2,80
Altura do tanque	m	1,1	1,2	1,4	1,5
Altura de lâmina d'água na vazão máx.	m	0,5	0,6	0,9	1,1
Lavador de areia – largura	m	0,4	0,4	0,7	0,7
Lavador de areia – comprimento	m	8,0	9,0	10,0	12,0

**d) Desarenador tipo caixa aerada**

- Os desarenadores ou caixas de remoção de areias aerada serão dimensionados seguindo os parâmetros de literatura, principalmente referentes às normas da DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (German Association for Water, Wastewater and Waste))

Quando pertinente, além desses dispositivos, devem ser previstos tratamento e disposição final de lodo e demais resíduos gerados na ETE, com a previsão do período para retirada desses resíduos. 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).

## 6. TRATAMENTO POR PROCESSOS FÍSICOS E FÍSICO-QUÍMICOS

### 6.1 Decantação Primária

Além do disposto na ABNT NBR 12209/2011, levar em consideração:

- Prever tanque para homogeneização para recebimento contínuo da espuma removida pelas pontes raspadoras dos decantadores;
- Avaliar e priorizar, sempre que as condições de instalação e perfil hidráulico da planta possibilitem o uso de tanques de aço;

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

- Para definição das condições operacionais relativas a manto de lodo e acúmulo e adensamento de lodo no próprio fundo do decantador, avaliar a ocupação de entorno da ETE e a possibilidade de geração de maus odores;
- Considerar o fracionamento de unidades visando flexibilidade operacional para execução de manutenções;
- Avaliar a viabilidade de aquisição de unidades pré-fabricadas e compactas, considerando flexibilidade operacional, custos de implantação e flexibilidade de manutenção.

## **6.2 Decantação Acelerada**

O processo de decantação acelerada será dimensionado e detalhado seguindo o disposto na ABNT NBR 12216, última revisão. Contará com as unidades de mistura rápida, tanques de floculação em série e tanque de decantação, nas quais parcela da matéria orgânica será removida pela aplicação de coagulantes, ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  – Cloreto Férrico), coagulação, floculação e decantação dos flocos formados.

- A dosagem do coagulante deverá ser ajustada às características quantitativas e qualitativas do afluente;
- Procurar dimensionar o sistema com tempo de mistura inferior a 1s e gradiente de velocidade  $G > 800 \text{ s}^{-1}$ , para toda a faixa de vazões de projeto mínimas, média e máximas, ao longo do horizonte de atendimento do sistema, além do controle da quantidade do produto químico a ser aplicado;
- Prever no mínimo três unidades de flocladores, conforme NBR 12216/2011, permitindo menor tempo total de detenção em razão da redução de curtos circuitos e melhor ajuste do gradiente de velocidade;
- O decantador deverá ser composto de, no mínimo, duas células, seja para flexibilizar a operação, quanto para aproveitar os benefícios da simetria dos dispositivos de entrada do efluente floclado;
- As unidades de floculação e decantação deverão ser projetadas com área e profundidade que facilitem sua construção e com menor custo de implantação;
- Deverão ser previstos dispositivos para fácil remoção do lodo decantado;
- A profundidade dos flocladores deve ter compatibilidade com a dos

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

decantadores;

- Para o cálculo da produção de lodo deverá ser considerada a parcela referente ao lodo químico;
- Avaliar no projeto a necessidade de adensamento para o lodo em função da concentração esperada, antes do envio para desaguamento. Prever a variação de concentração do lodo na definição dos equipamentos a serem adotados para desaguamento.

### **6.3 Flotação por Ar Dissolvido**

Além do disposto na ABNT NBR 12209/2011, levar em consideração:

- O fluxo de água floculada e saturada deve ser dimensionado de forma a direcionar o lodo flotado em direção ao raspador de lodo e à calha de coleta de lodo flotado;
- Tanques de flotação retangulares devem possuir no dimensionamento, vertedor móvel que possibilite a variação do nível do tanque de flotação. Este 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 área de raspagem do lodo no tanque de flotação deve ser dimensionada buscando evitar quebra de flocos e perda de lodo com o efluente (“prainha” prolongada sobre o tanque de flotação na área de compactação – trecho final de raspagem);
- O fundo do tanque de flotação deve ser dimensionado com inclinação adequada ou prever equipamento de raspagem para remoção do lodo sedimentado, este lodo deve ser descartado para o adensamento;
- O sistema de produção e de distribuição de água saturada deve ser dimensionado levando-se em consideração e atendendo a vazão máxima de cada unidade. A automação do sistema deve considerar duas possibilidades: de variação de vazão de recirculação proporcional à vazão afluente e/ou fixação de vazão e operação com manutenção de recirculação constante;
- A formação da microbolha deve ocorrer na zona de mistura com a água

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

floculada. O sistema deve ser dimensionado para assegurar que no ponto de geração das microbolhas a pressão da água saturada seja de no mínimo 40 metros de coluna de água – mca, sendo que valores inferiores deverão ser justificados;

- O sistema de geração de microbolhas deve possuir instrumentação de forma a permitir a visualização de: pressão e vazão de água de recirculação após a saturação; pressão e nível no interior do tanque de saturação (se houver); e pressão da linha de ar comprimido (se houver). Para uso de bombas multifásicas (microbolhas), assegurar tempo de detenção mínimo na linha de recalque até o ponto de choque de pressão, conforme recomendação do fabricante do equipamento;

- O sistema de geração de microbolhas deve possuir válvulas manuais que permitam ajuste fino de pressão e vazão na linha de água após a saturação (válvula macho) e de ar para sistemas projetados com ar comprimido;

- Devem ser criteriosamente avaliados os gradientes hidráulicos nas passagens, canais / tubulações e aberturas entre o sistema flocação e entrada do tanque de flotação, considerando as vazões mínimas e máximas, ao longo do horizonte de atendimento do sistema, previstas pelo projeto hidráulico, objetivando minimizar a quebra de flocos;

- O sistema de flocação deve considerar no dimensionamento as características do afluente. Especial atenção deve ser dispensada para efluentes de UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)/RALF (Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado) considerando alta alcalinidade, supersaturação de sulfetos e metano dissolvidos. O cálculo de dosagem de coagulantes deve considerar sobre dosagem em função da afinidade e expectativa de reação deste com compostos do esgoto afluente, como sulfetos;

- Devem ser previstos nos flocladores, dispositivos para coleta de lodo de fundo e espuma flotante, sendo que estes subprodutos devem ser descartados para o sistema de adensamento e desaguamento de lodo;

- Dimensionar o sistema de aplicação de coagulante de forma a permitir a flexibilidade de pontos de aplicação (possibilidade de aplicação em todas as câmaras de flocação);

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

- Avaliar a necessidade de correção de alcalinidade e/ou aplicação de polímero para otimizar o desempenho da unidade;
- Avaliar no projeto a necessidade de adensamento para o lodo flotado em função da concentração esperada, antes do envio para desaguamento. Prever a variação de concentração do lodo na definição dos equipamentos a serem adotados para desaguamento;
- O sistema de recalque de lodo deve, preferencialmente, ser dimensionado com bombas submersíveis. Para unidades com adoção de bombas de deslocamento positivo ou centrífugas em poço seco, considerar: evitar curvas e conexões na sucção (possibilidade de entupimento e aumento excessivo da perda de carga), sucção sempre afogada, pontos de inspeção na linha de sucção para limpeza e acesso com hidro jato;
- Elaborar modelagem hidráulica do sistema para assegurar a taxa de aplicação hidráulica, definição de 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;

## **7. TRATAMENTOS POR PROCESSOS BIOLÓGICOS**

### **7.1 Processo anaeróbio**

#### **7.1.1 Tratamento Anaeróbio de Esgoto com reatores anaeróbios do Tipo UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo)**

Além do disposto na ABNT NBR 12209/2011, levar em consideração:

- Preferencialmente, adotar um número de reatores tal que permita parada para manutenção de um módulo, mesmo com a sobrecarga nas demais unidades ou no pós tratamento, durante o período de manutenção;
- No dimensionamento dos reatores, devem ser utilizados e verificados todos os parâmetros da norma 12209 tanto para a vazão média, quanto para a máxima horária;

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

- Preferencialmente, adotar tempo de retenção hidráulica superior a 8 horas;
- Utilizar materiais resistentes à corrosão;
- Rigoroso controle de vazão afluente, pois se ultrapassadas as vazões máximas para as quais o reator foi dimensionado poderá haver arraste de lodo para o efluente, devido às altas velocidades, de diminuição do tempo de detenção hidráulica, levando a uma diminuição de eficiência e sobrecarga do sistema de pós-tratamento (se for o caso);
- Projetar o sistema de maneira 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;
- Projetar as caixas de distribuição de fluxo de maneira a garantir uma distribuição de vazão a mais equitativa possível, evitando caminhos preferenciais (sistema similar ao distribuidor radial dos projetos dos Ralfs);
- Prever um sistema de distribuição de vazão no reator, que promova 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;
- Verificar junto à área operacional a necessidade de implantação de um sistema de fechamento do reator que evite o escape de gases odorantes e de efeito estufa sem o devido tratamento;
- A utilização de sistema de queima de biogás de alta eficiência para ETEs com vazão igual ou superior a 100 L/s, prevendo no projeto o isolamento e identificação das áreas classificadas conforme NRs;
- Prever sistema de retirada de espuma do interior dos separadores trifásicos sem a necessidade de abertura de tampas de inspeção durante a operação;
- Prever sistema de retirada de espuma da zona de decantação sempre que o pós-tratamento não puder absorver este tipo de material ou o reator for completamente fechado. Dar especial atenção ao separador trifásico no que diz respeito ao material e tipo de fixação. No caso da fixação do separador trifásico (material PVC, PEAD ou PRFV) no concreto, esta deverá ser realizada através da utilização de chumbadores químicos. Incluir a seguinte nota na peça gráfica:

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

- “No caso de fixação do separador trifásico no concreto deverá haver rigorosa fiscalização do procedimento de perfurar, limpar o orifício e aplicar o chumbador;
- Quanto ao biogás, prever sistema de medição de vazão e qualidade com by-pass;
  - Calcular a produção de biogás utilizando o software Probio (última versão) e projetar um sistema para sua coleta, transporte, tratamento e utilização e/ou queima;
  - Para ETEs precedidas de elevatória projetar sistema com modulação da vazão afluyente para garantir o bom desempenho do processo de tratamento;
  - Para retirada de lodo prever, além do sistema previsto em norma junto ao fundo do reator, outro sistema de retirada a 1,5 m do fundo. Em função da baixa concentração de sólidos nesta altura (1 a 2% ST), considerar para cálculo do número de tubos metade dos pontos considerados para retirada no fundo do reator; ou seja pelo menos um ponto a cada 50m<sup>2</sup> de área;
  - Projetar o gasômetro hermeticamente fechado, com pontos de inspeção também hermeticamente fechados, e capacidade de suporte de pressão de no mínimo 100 mm de coluna d'água;
  - Prever dispositivo de controle de emissões gasosas nas caixas de coleta do efluente no final da canaleta principal dos reatores UASB;
- Em reatores tronco cônicos e cilíndricos fechados, em que o vertedor da CDFL (caixa distribuidora de fluxo) após o reator esteja abaixo nível do terreno (ou sem pós-tratamento), prever selo hídrico após esta unidade, para minimizar o arraste de gases em PVs (poços de visita) entre o reator e a caixa distribuidora;
- Em reatores tronco cônicos e cilíndricos fechados, a rede de coleta de clarificado de espuma do decantador deve possuir selo hídrico para minimizar o arraste de gases do reator;
  - Instalar selo hídrico nas interligações das tubulações de by-pass do afluyente, 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;
  - Considerar a geração de espuma (2 a 5 g ST/100g DQO removida) à produção de lodo no dimensionamento de sistema de desaguamento, incluindo leitos de



---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

secagem e/ou sistema de inertização/tratamento de lodo (adensamento, homogeneização, polímero, desaguamento e outros) e estocagem de lodo.

#### 7.1.2 Filtro anaeróbio

Poderá ser utilizado como pós-tratamento de reatores anaeróbios quando o efluente da ETE não precisar ter concentração de DBO inferior a 90 mg/L.

- Prever estrutura hermética, com coleta e destinação de gases, incluindo tampas de visualização e acesso;
- Instalar selo hídrico na tubulação do efluente do filtro para evitar arraste de gases;
- Instalar dispositivo de retirada de lodo sendo, no mínimo dois pontos por filtro e pelo menos, um ponto de descarga para cada 100 m<sup>2</sup> de área. A tubulação de descarga de lodo do filtro deve prever manobra para os reatores UASB/RALF e/ou destinação direta para desaguamento.

#### 7.1.3 Lagoa anaeróbia

Para o tratamento, as lagoas anaeróbias podem ser associadas, em uma única planta com uma série de lagoas facultativas, constituindo o sistema denominado “australiano”.

Como as lagoas anaeróbias produzem odor ofensivo, este processo deve ser implantado distante da zona urbana.

### 7.2 Processo aeróbio

#### 7.2.1 Filtro biológico percolador

Além do disposto na norma da ABNT NBR 12209:2011, levar em consideração:

- Caso o filtro trate o efluente de reatores anaeróbios, deverá ser projetado a montante deste, um sistema para o desprendimento e tratamento dos gases

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

formados nesta etapa. Os dispositivos de “stripping” de gases devem ser projetados, preferencialmente sem a adição de oxigênio. Priorizar, onde possível, tratamento através da queima conjunta com biogás;

- Sempre que possível instalar os filtros apoiados com parede única.
- Avaliar a viabilidade de aquisição de unidades modulares, considerando flexibilidade operacional e de manutenção e custos de operação;
- Considerar o fracionamento de unidades visando flexibilidade operacional nos casos de necessidade de manutenções preventivas e corretivas.
- Projetar o sistema de recirculação da vazão 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 deverá ser dotada de automação física ou eletromecânica vinculada à vazão afluyente de forma a assegurar a vazão constante nos filtros. Quando for utilizado o efluente final para recirculação, a vazão recirculada deverá ser considerada no dimensionamento do decantador.
- O distribuidor rotativo deverá ser provido de motor para garantia das velocidades de rotação necessárias para o bom desempenho do filtro durante as 24 horas do dia. Deve permitir a lavagem do filtro, se necessária, ou evitar que ocorra a sua lavagem nos momentos de vazão máxima;
- Quando utilizado distribuidor com orifícios, este 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, deverá garantir a distribuição uniforme do esgoto em todo o comprimento dos braços;
- Poderá ser proposto outro sistema de aplicação do afluyente sobre o meio suporte, diferente do distribuidor rotativo, desde que garanta uma distribuição uniforme e que não permita entupimentos, atenda aos parâmetros de norma e seja aprovado pela Sanepar.
- O distribuidor deve ser provido de sistema de lubrificação adequado para assegurar a durabilidade e vida útil;
- A escolha do material de enchimento (pedra brita, plástico estruturado ou outros) deverá ser baseada em estudo de viabilidade considerando as diferenças de dimensionamento e composição de custos e, ainda, qualidade do efluente

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

final;

- No caso do emprego de recheio plástico, verificar qual a taxa de aplicação hidráulica a ser aplicada para garantir a eficiência do sistema;
- No caso de composição de preço do enchimento com pedra brita, acrescentar ao preço da tabela Sanepar, a adequação da granulometria à indicada em norma, a seleção e lavagem de todo o volume, o percentual de rejeito que não se enquadre na faixa granulométrica, entre outros;
- 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.
- Atenção especial deve ser dada a este sistema, quando projetado como pós tratamento de reatores anaeróbios.

#### 7.2.2 Lagoa facultativa e lagoa aerada

As **lagoas facultativas** devem ser preferencialmente utilizadas, por se tratar de um processo que não produz mau odor, embora seja do tipo que requer maior área para sua implantação.

Face à inexistência de normas brasileiras para lagoas, devem ser utilizados dados de literatura e, observadas as seguintes recomendações:

- As lagoas devem ser dimensionadas para a vazão média e para a temperatura média do mês mais frio;
- As lagoas devem ser construídas em local convenientemente afastado da área urbana;
- O formato das lagoas deve ser adequado à topografia local, procurando-se minimizar a extensão dos diques, evitando-se cortes ou aterros excessivos e buscando-se a compensação dos volumes de corte e aterro;
- O formato das lagoas deve ser preferencialmente retangular, com fluxo na direção da maior extensão do retângulo e com cantos arredondados, para se evitarem zonas mortas;
- Deve ser feito estudo geotécnico da área destinada às lagoas para

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

caracterização do subsolo, bem como deve ser feita investigação de jazidas de solo e de áreas de bota-fora;

- Os diques devem ser projetados respeitando-se os requisitos da mecânica dos solos; a largura mínima da crista deve ser compatível com o uso pretendido;
- O problema de infiltração pelo fundo das lagoas deve ser minimizado, devendo, ainda, ser previstas disposições construtivas que evitem a percolação através dos diques. Quando necessária, deve ser prevista a impermeabilização das lagoas e posteriormente deve ser realizado teste de infiltração;
- O dispositivo de entrada das lagoas deve ter descarga abaixo do nível da água e o de saída deve permitir a variação do nível de água. Os dispositivos de entrada e de saída devem ser múltiplos, para promover a dispersão do esgoto ao longo da lagoa. Os dispositivos de saída das lagoas facultativas devem estar afogados em pelo menos 30 cm, com o objetivo de se minimizar o carreamento de algas com o efluente;

As CDFLs de entrada das lagoas devem ser projetadas de forma a proporcionar o máximo cascadeamento possível visando o desprendimento de odores e metano – Prever o fechamento hermético e dispositivos de coleta e tratamento de odores.

- Quando antecedidas por reatores, as CDFLs devem ser dimensionadas visando minimizar a variação de nível nas canaletas de coleta de efluente nos reatores, para evitar cascadeamento;
- O dispositivo de entrada de esgoto nas lagoas deve, ainda, ser posicionado de forma a se evitar a erosão dos diques e do fundo das lagoas;
- Quando possível, deve ser prevista descarga de fundo em cada lagoa;
- O fluxo nas lagoas deve ser, preferencialmente, contra o sentido predominante dos ventos;
- A extensão de tubulação no maciço do dique deve ser minimizada;
- Deve ser prevista proteção dos taludes internos com placas de concreto, dos taludes externos com grama e da crista dos diques com cascalho;
- Deve ser prevista drenagem pluvial para proteção dos diques;
- Deve ser prevista a recomposição vegetal da superfície do terreno das áreas de empréstimo e de bota fora, com aprovação dos projetos de recomposição

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

pelos órgãos ambientais;

- As áreas de corte devem ser escarificadas com sulcos de pelo menos 30 cm de profundidade e compactadas com IC mínimo de 95% do Proctor Normal;
- Os sistemas de aeração, em lagoas aeradas, devem considerar na definição de quantidade e disposição dos equipamentos as seguintes premissas:
  - A necessidade de assegurar movimentação/mistura superficial da lagoa;
  - Disposição preferencialmente em sentido transversal ao fluxo hidráulico (objetivando chicanear a lagoa);
  - Área de influência individual dos equipamentos;
  - Profundidade de atuação dos equipamentos;
- Quando a ETE dispuser de desaguamento mecanizado de lodos, prever nas lagoas de sedimentação, sistema de dragagem para coleta de lodo e adensamento com capacidade compatível com os equipamentos de desaguamento.

### 7.2.3 Lodos ativados

Além do disposto na norma da ABNT NBR 12209:2011, solicitamos especial atenção para:

- Para ETEs de pequeno e médio porte considerar as seguintes modalidades de lodos ativados:
  - Reator Sequencial em Batelada – SBR (*Sequencing Batch Reactor*), verificar se o volume de tanques, em geral até 20% menor, compensa a demanda de automação;
  - Lodo Ativado - LA + Reator de Leito Móvel com Biofilme – MBBR (*Moving Bed Biofilm Reactor*), onde a disponibilidade de área é reduzida;
  - Lodos Ativados - LA + reatores com membranas - MBR (*Membrane Bioreactor*), onde houver potencial de reuso;
  - Valo de oxidação – para ETEs de pequeno e médio porte.
- Quando esse processo for adotado como pós-tratamento de reatores

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

anaeróbios, as CDFLs e a entrada nos tanques de aeração devem ser dimensionadas visando minimizar a liberação de H<sub>2</sub>S (evitar cascadeamentos, turbulências, entrada do efluente anaeróbio na superfície do tanque de aeração, entre outros). Avaliar o dimensionamento de *Manifold* de distribuição para os tanques em lugar de CDFL e vertedores;

- \* Prever estruturas para controle de *bulking* filamentoso, sendo obrigatório a instalação de sistema de dosagem de cloro ou peróxido de hidrogênio ou semelhante no processo de recirculação;
- Priorizar a instalação de sistema de aeração em módulos que possibilitem a remoção dos difusores para manutenção / substituição sem a necessidade de parada completa dos tanques de aeração, mantendo o fluxo hidráulico e a operação do sistema com menor número de módulos no tanque;
- 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 nitrato, entre outros, de maneira a não operar como sistema único;
- Prever descarga de fundo dos tanques de aeração para sua limpeza e manutenção, quando necessárias;
- Instalar tanque para recebimento e homogeneização da espuma proveniente dos decantadores secundários 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;
- Para ETEs de médio e grande porte, os decantadores secundários devem ser providos de instrumentos de monitoramento de nível de lodo;
- Para lodos ativados, utilizados como pós-tratamento de reatores anaeróbios, prever manobra para destinação do lodo de descarte preferencialmente diretamente para o sistema de desaguamento com possibilidade para encaminhamento aos reatores anaeróbios;
- No caso de uso de difusores, prever acesso para retirada do equipamento com caminhão munck ou dispositivo disponível;

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

- Para ETEs de pequeno e médio porte prever unidade de adensamento gravitacional preferencialmente do tipo *Dortmund* para o lodo aeróbio.

#### 7.2.4 Filtro Biológico Aerado Submerso e MBBR

De acordo com o disposto na ABNT NBR 12209:2011.

Aplicar as seguintes taxas no dimensionamento do MBBR a depender da finalidade do processo de tratamento (Metcalf & Eddy, 2016). Taxas diferentes podem ser aplicadas desde que justificadas por literatura específica e aprovadas pela Sanepar.

Aplicação	Substrato	Fluxo de remoção g/m <sup>2</sup> .d	Taxa de remoção volumétrica, kg/m <sup>3</sup> .d
Tratamento secundário	DBO	5 a 15	1,7 a 5,0
Pré nitrificação	DBO	4 a 5	1,2 a 1,5
Nitrificação	N-NH <sub>4</sub>	0,4 a 1,4	0,1 a 0,4
Pré-desnitrificação	N-NO <sub>3</sub>	0,20-1,0	0,1,-0,3
Pós-desnitrificação	N-NO <sub>3</sub>	1,0-2,0	0,3-0,6

Atenção especial deve ser dada a este sistema, quando projetado como pós tratamento de reatores anaeróbios.

#### 7.2.5 \*Sistema de aeração e eficiência energética

- Requisitos de oxigênio:

- o Deve ser considerada a necessidade de oxigênio para nitrificação completa nos casos em que a retenção do lodo seja superior ao previsto na Norma ABNT NBR 12.209/2011;

- Avaliar a viabilidade de instalação de tanque anóxico para redução do consumo energético, mesmo quando não há necessidade de remoção de nitrogênio;

- Aeração por processos Mecânicos (aeradores superficiais, aeradores submersos e aeradores com rotor de fundo) devem ser avaliados e apresentadas justificativas técnicas e econômicas para seu uso em detrimento aos sistemas

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

de ar difuso. Verificar a eficiência energética e volume de atuação de cada equipamento;

- Aeração com sistemas de ar difuso,

- Para o dimensionamento dos sopradores deve-se verificar a condição operacional para as vazões máximas e mínimas resultantes dos estudos de demandas para o horizonte do estudo ou do projeto, o início de operação, a etapa intermediária, a operação horo-sazonal relacionada à eficiência energética;
- Não devem ser considerados o uso de sopradores de baixa eficiência como os sopradores trilobulares;
- Para os difusores, deve ser considerado o ponto de operação mais comum da planta e definida a quantidade de difusores conforme recomendação do fabricante em relação à vazão unitária de maior eficiência.

### **7.3 Desinfecção**

A princípio serão aceitos sistemas de desinfecção que utilizam um dos seguintes processos: reação com compostos à base de cloro, radiação ultravioleta, ozonização, lagoas de maturação. Outros processos de comprovada eficiência em escala real poderão ser utilizados, desde que aprovados pela Sanepar.

Os tipos mais comuns de produtos para desinfecção são o cloro gás e o hipoclorito de sódio.

Com relação ao cloro gás, os equipamentos e o projeto das instalações deverão seguir as recomendações da *Chlorine Institute*, pela ausência de normas nacionais.

Geralmente são utilizados cilindros de 68 ou 900 kg e são aplicados com uso de cloradores. Para sistemas em que o uso do cloro é inferior a 50 kg/dia, o armazenamento e o clorador podem estar no mesmo local.

Para os equipamentos (clorador, ejetor e outros) verificar as recomendações das especificações básicas da GPES (Gerência Projetos Especiais). Verificar capacidade



**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

de aplicação (em kg/h ou libras/dia), entrada de água potável para o ejetor, funcionamento das válvulas reguladoras (vácuo, vazão e vácuo residual), materiais do rotâmetro, adaptações nas tubulações de entrada e saída, pressões necessárias, entre outros. Os cloradores podem ser de parede ou gabinete, sendo que para vazões maiores que 100 m<sup>3</sup>/h, é recomendada a opção pelo tipo gabinete.

Para os cilindros de 900 kg verificar a aplicação do cloro na forma de gás ou líquida, prevendo evaporadores quando for utilizado cloro líquido. Atentar para a presença dos fusíveis de chumbo para controle da temperatura.

Na utilização do cloro gasoso, adotar as seguintes precauções de segurança: exaustor; kit de segurança; detector de vazamento de gás; máscara com ar respirável (ou cilindro de ar respirável). Nesse item, considerar utilização de duas máscaras em casos de emergência (trabalho em dupla), prevendo mangueiras e estruturas necessárias. Ainda, prever estruturas semelhantes em locais de fácil acesso (como portaria) para casos em que o atendimento a uma situação de emergência será feito por funcionário externo.

Para cilindros de 900 kg, prever, além dos itens acima, lavador de gás.

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

O hipoclorito de sódio poderá ser gerado no local a partir da eletrólise de salmoura (sal de cozinha mais água). É possível também adquirir o hipoclorito de sódio (a granel), sem a necessidade de gerador. Verificar viabilidade de utilização para o local do projeto, comparando custos de implantação (CAPEX) e operação (OPEX) de cada alternativa.

Necessário avaliar o tipo de material dos tanques de armazenamento dos produtos e questões de segurança no local, bem como correta drenagem dos tanques evitando que os produtos utilizados na produção do dióxido sejam drenados para uma mesma galeria.

Para o hipoclorito de sódio gerado no local, os sistemas são adquiridos completos,

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

sendo necessário fazer somente um layout e utilizar a especificação básica da GPES. O projetista sempre deve solicitar ao fornecedor o layout de instalação para poder inserir no Projeto Básico de engenharia (PBE). Considerar no layout estruturas para movimentação de cargas, como talhas, monovias, entre outros, compatíveis com o material que será entregue.

Maiores detalhes sobre as instalações na nota técnica de cloro.

## **8. TRATAMENTO DA FASE SÓLIDA**

\* Deve-se considerar as condições do lodo que precisam ser atendidas na solução da UGL que atenderá a ETE ou as ETE's da bacia, atendendo o item 4.1.7 da ABNT NBR 12209/2011.

### **8.1 Digestor de lodo**

Observar o disposto na NBR 12209 e atentar-se para:

- Homogeneização adequada do lodo de forma a não permitir sua decantação no interior do digestor;
- Prever sistema de medição de temperatura em diferentes alturas a fim de controlar a estratificação do lodo;
- Prever sistema para remoção do lodo e limpeza do digestor periodicamente.

### **8.2 Sistema de desidratação de lodo**

O sistema de desidratação de lodo poderá ser natural, através de leitos de secagem ou leitos drenantes, ou mecanizado através de centrífugas ou prensas parafuso. Para escolha do sistema de desaguamento deverá ser observada a vazão da estação e a produção de lodo gerado, conforme apresentado na tabela 2.

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

**Tabela 2 - Tipo de desaguamento em função da produção de lodo**

Vazão (L/s)	Produção de Lodo (kg. ST/dia)	Produção de Lodo (ton. ST/ano)	Desaguamento
< 50	< 700	< 225	leitos de secagem
de 50 a 100	< 700	< 225	leitos de secagem
	>1.000	>365	mecânico
>100	>1.000	>365	mecânico

Além da vazão da estação e da produção de lodo gerado, para escolha do sistema de desaguamento, deverão ser levados em consideração os seguintes aspectos:

- Área disponível;
- Proximidade com área urbana;
- Condições climáticas (pluviosidade, umidade do ar, temperatura, manutenção de leitos, entre outros);
- Condições operacionais.

### 8.2.1 Desidratação natural

- Projetar os leitos de secagem com taxa de aplicação de sólidos suspensos - SS em torno de 8,5 kg SS/m<sup>2</sup> de maneira que a altura da camada de lodo não ultrapasse a 0,35 m;
- Verificar com a área operacional o tempo de ciclo do processo de secagem, o qual varia com a temperatura da região. Preferencialmente utilizar de 10 a 12 ciclos por ano, sendo que acima de 12 ciclos por ano deverá ser justificado. Projetar, preferencialmente, módulos com dimensões em torno de 10,0 m por 6,0 m;
- Verificar com a área operacional a necessidade de cobertura dos leitos;
- Para ciclos de secagem inferiores a 30 dias, prever necessariamente a cobertura dos leitos;
- Avaliar em conjunto com a operação, alternativas para a camada drenante com uso de blocos drenantes ou tecido geotêxtil;
- Projetar todos os leitos, com rampa de acesso para retirada de lodo através de

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

carrinho de mão com inclinação máxima de 10%;

- Descontar a área de projeção em planta da rampa de acesso no dimensionamento dos leitos;
- O nível da parede dos leitos deverá coincidir com a altura das caçambas;
- Externamente aos leitos, na lateral onde serão dispostas as caçambas, poderá ser projetada plataforma para acesso com o carrinho de mão. Essa plataforma deverá ter altura coincidente entre o nível da parede dos leitos e a altura da caçamba;
- O acesso para veículo que fará a retirada das caçambas deverá ter dimensões suficientes para que o veículo acesse as caçambas em marcha à ré;
- Dispor os leitos de maneira a permitir fácil acesso a eles, levando em consideração a retirada manual do lodo, sua disposição em caçambas e sua disposição final;
- A superfície de aplicação de lodo dos leitos não deve ser projetada em nível inferior ao do terreno para evitar encharcamento e infiltração pela drenagem do solo;
- A área de disposição das caçambas deve ser projetada no nível das vias de acesso, com declividade para coleta de líquidos e percolados destas. O percolado deve ser direcionado para a elevatória de percolados e redirecionado para o tratamento.

### 8.2.2 Desidratação mecanizada

- Todo sistema de desaguamento mecanizado deverá ser precedido de gradeamento mecânico de no máximo 10 mm, ou macerador e de tanque de equalização com misturador através de ar difuso ou mixer mecânico. Prever no projeto condições de acesso para verificação do funcionamento e dispositivos para içamento e retirada dos equipamentos;
- Nos tanques de equalização local a tubulação de sucção, no mínimo, a 50 cm do fundo, evitando o entupimento devido à sucção de areia, buchas e outros resíduos acumulados no fundo do tanque. Prever também, uma descarga de

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

fundo para limpeza. Caso o tanque seja fechado, prever acesso compatível para entrada com segurança e limpeza manual ou com caminhão de sucção;

- Dar preferência a projetos de sistemas de desidratação modulados evitando projetar as diversas unidades separadamente;

- Projetar os tanques de polímero com capacidade de armazenamento para 1 a 2 dias;

- Para ETEs de médio porte verificar com as áreas de operação e manutenção eletromecânica a necessidade de instalação de preparador automático de polímero. Para ETEs de grande porte adotar um dos tanques sempre automático;

- Prever área adequada para estocagem de polímero considerando frequência de fornecimento, condições do local, acesso para carga e descarga, movimentação, e demais condições operacionais;

- Para sistemas com produção de lodo com teor de sólidos totais menores que 1,5% deverá ser previsto adensamento por gravidade ou mecânico;

- Para ETEs de pequeno porte priorizar o uso de adensamento por gravidade (tipo Dortmund). Para ETEs de médio porte priorizar tanque cilíndrico com ponte raspadora. Verificar sempre, a compatibilidade das condições do lodo e dos equipamentos de desaguamento previstos;

- O lodo para desaguamento mecanizado deverá ter, no mínimo, teor de sólidos 2,5% para uso de prensa desaguadora ou prensa parafuso. Para centrifugas, verificar com fabricante teor de sólidos mínimo;

- Projetar misturador lodo/cal com apenas uma entrada. Prever na montagem do sistema de mistura, saída para o ar úmido / pó gerado pela mistura e reação da cal com a umidade do lodo, evitando a solidificação da cal no tubo de alimentação. Nos casos onde houver rosca e um dispositivo de alívio para a saída do pó, verificar a possibilidade de aplicar a cal ao lodo antes do misturador);

- Projetar o silo de cal com sistema de fluidização isento de óleo e água, medidor pendular e plataforma para acesso às válvulas;

- Dimensionar o silo de cal com volume excedente que permita a operação do sistema por no mínimo 5 dias e que seja superior a capacidade do veículo de transporte que fará a carga ou descarga;

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE  
PROJETOS DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE**

---

- Prever pontos de limpeza das tubulações de processo de lodo, cal e polímero;
- Verificar com a operação o número e posição de pontos de injeção de polímero a partir da bomba de lodo nas tubulações de alimentação de centrífugas. Prever no mínimo 3 pontos para injeção em caso da não definição pela operação;
- O posicionamento das bombas do processo de desidratação deve levar em consideração o fácil 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 efluentes de limpeza para retorno ao processo;
- Prever dispositivos para a limpeza de toda a área de desidratação com água em vazão e pressão adequada. O efluente da limpeza deverá ser destinado ao início do processo de tratamento;
- Definir o posicionamento e arranjo das centrífugas, misturadores e roscas 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);
  - Prever distância adequada, em torno de 20 cm livres no início e final, do despejo do lodo em relação aos mancais de roscas e misturadores evitando desgaste dos mesmos por abrasão e ataque químico.
- Para ETEs de médio e grande porte, considerar na instrumentação medidor de vazão e analisador no processo de sólidos no lodo, prever ponto de retirada amostra no mesmo ponto do analisador de processo para aferição/calibração do analisador;
- Projetar equipamento de análise de sólidos de bancada para avaliação das fases do processo de desidratação. Prever local nas tubulações para extração de amostras de lodo e bancada com pia para análise do lodo.