



**ABNT-Associação  
Brasileira de  
Normas Técnicas**

Sede:  
Rio de Janeiro  
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar  
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680  
Rio de Janeiro - RJ  
Tel.: PABX (021) 210-3122  
Fax: (021) 220-1762/220-6436  
Endereço Telegráfico:  
NORMATÉCNICA

Copyright © 1992,  
ABNT-Associação Brasileira de  
Normas Técnicas  
Printed in Brazil/  
Impresso no Brasil  
Todos os direitos reservados

ABR 1992

NBR 12209

# Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário

## Procedimento

Origem: Projeto 02:009.27-005/1989  
CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil  
CE-02:009.27 - Comissão de Estudo de Projetos de Sistemas de Esgoto Sanitário  
NBR 12209 - Sewage treatment plants design - Procedure  
Reimpressão da NB-570 de MAR 1990

Palavra-chave: Esgoto sanitário

12 páginas

## SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Documentos complementares
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Critérios e disposições
- 6 Tratamento da fase líquida
- 7 Tratamento de lodos (fase sólida)

### 1 Objetivo

**1.1** Esta Norma fixa as condições exigíveis para a elaboração de projeto hidráulico-sanitário de estações de tratamento de esgoto sanitário (ETE), observada a regulamentação específica das entidades responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário.

**1.2** Esta Norma se aplica aos seguintes processos de tratamento:

- a) separação de sólidos por meios físicos;
- b) filtração biológica;
- c) lodos ativados;
- d) tratamento de lodo.

### 2 Documentos complementares

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

NBR 9648 - Estudo de concepção de sistema de esgoto sanitário - Procedimento

NBR 9649 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário - Procedimento

NBR 9800 - Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário - Procedimento

NBR 12207 - Projeto de interceptores de esgoto sanitário - Procedimento

NBR 12208 - Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário - Procedimento

### 3 Definições

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 a 3.28.

#### 3.1 Acessório (válvulas, comportas, medidores)

Dispositivo mecânico de regulagem, distribuição, interrupção ou medição do fluxo.

#### 3.2 Altura mínima de água

Altura da lâmina de líquido contido em uma unidade de tratamento, medida a partir da superfície livre até o final do paramento vertical das paredes laterais, quando a unidade opera com sua vazão de dimensionamento.

#### 3.3 Eficiência do tratamento

Redução percentual dos parâmetros de carga poluidora promovida pelo tratamento.

### 3.4 Estação de tratamento de esgoto (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.

### 3.5 Fator de carga

Relação entre a massa de demanda bioquímica de oxigênio ( $DBO_5$ ), fornecida por dia ao processo de lodos ativados e a massa de sólidos em suspensão (SS), contida no tanque de aeração.

### 3.6 Idade do lodo ou detenção celular

Tempo médio, em dias, de permanência no processo de uma partícula em suspensão; numericamente igual à relação entre a massa de sólidos em suspensão voláteis (SSV) ou SS, contida no tanque de aeração, e a massa de SSV (ou SS), descartada por dia com o excesso de lodo.

### 3.7 Lodo

Suspensão aquosa de substâncias minerais e orgânicas separadas no processo de tratamento.

### 3.8 Lodo biológico

Lodo produzido em um processo de tratamento biológico.

### 3.9 Lodo estabilizado

Lodo não sujeito à putrefação.

### 3.10 Lodo misto

Mistura de lodo primário e lodo biológico.

### 3.11 Lodo primário

Lodo resultante da remoção de sólidos em suspensão do esgoto afluente à ETE.

### 3.12 Lodo seco

Lodo resultante de uma operação de desidratação.

### 3.13 Operação unitária

Procedimento de que resulta transformação física do esgoto ou da matéria residual resultante do tratamento.

### 3.14 Órgão auxiliar (canais, caixas, vertedores, tubulações)

Dispositivo fixo no qual flui esgoto sanitário ou lodo.

### 3.15 Processo unitário

Procedimento de que resulta transformação química ou biológica do esgoto ou da matéria residual resultante do tratamento.

### 3.16 Processo de tratamento

Conjunto de técnicas aplicadas em uma ETE, compreendendo operações unitárias e processos unitários.

### 3.17 Relação alimento X microorganismos

Relação entre a massa de  $DBO_5$ , fornecida por dia ao processo de lodos ativados e a massa de SSV, contida no tanque de aeração.

### 3.18 Relação de recirculação

Relação entre a vazão de recirculação e a vazão média afluente à ETE.

### 3.19 Sistema de utilidade (água potável, combate a incêndio, distribuição de energia, drenagem pluvial)

Instalação permanente que supre necessidade acessória indispensável à operação da ETE.

### 3.20 Taxa de aplicação hidráulica

Relação entre a vazão afluente a uma unidade de tratamento e a área horizontal sobre a qual é distribuída.

### 3.21 Taxa de aplicação de sólidos

Relação entre a massa de sólidos em suspensão introduzida numa unidade de tratamento e a área sobre a qual é aplicada, por unidade de tempo.

### 3.22 Taxa de escoamento superficial

Relação entre a vazão do efluente líquido de uma unidade de tratamento e a área horizontal sobre a qual é distribuída.

### 3.23 Taxa de utilização de substrato

Relação entre a massa de  $DBO_5$ , removida por dia no processo, e a massa de SSV, contida no tanque de aeração.

### 3.24 Tempo de detenção hidráulica

Relação entre o volume útil de uma unidade de tratamento e a vazão afluente.

### 3.25 Unidade de tratamento

Qualquer das partes de uma ETE cuja função seja a realização de operação unitária ou processo unitário.

### 3.26 Vazão máxima afluente à ETE

Vazão final de esgoto sanitário encaminhada à ETE, avaliada conforme critérios da NBR 9649 e NBR 12207.

### 3.27 Vazão média afluente à ETE

Vazão final de esgoto sanitário encaminhada à ETE, avaliada conforme critérios da NBR 9649 e NBR 12207, desprezada a variabilidade do fluxo ( $k_1$  e  $k_2$ ).

### 3.28 Vazão de recirculação

Vazão que retorna de jusante para montante de qualquer unidade de tratamento.

## 4 Condições gerais

### 4.1 Requisitos

4.1.1 Relatório do estudo de concepção do sistema de esgoto sanitário, elaborado conforme a NBR 9648.

4.1.2 População atendida e atendível pela ETE nas diversas etapas do plano.

4.1.3 Vazões e demais características de esgotos domésticos e industrial afluentes à ETE nas diversas etapas do plano.

4.1.4 Características requeridas para o efluente tratado nas diversas etapas do plano.

4.1.5 Corpo receptor e ponto de lançamento definidos na concepção básica.

4.1.6 Área selecionada para construção da ETE com levantamento planialtimétrico em escala de 1:1000.

4.1.7 Sondagens preliminares de reconhecimento do subsolo na área selecionada.

4.1.8 Cota máxima de enchente na área selecionada.

4.1.9 Padrões de lançamento de efluentes industriais na rede coletora. (ver NBR 9800).

### 4.2 Atividades

A elaboração do projeto hidráulico-sanitário compreende, no mínimo, as seguintes atividades:

- a) seleção e interpretação das informações disponíveis para projeto;
- b) definição das opções de processo para a fase líquida e para a fase sólida;
- c) seleção dos parâmetros de dimensionamento e fixação de seus valores;
- d) dimensionamento das unidades de tratamento;
- e) elaboração dos arranjos em planta das diversas opções definidas;
- f) elaboração de perfil hidráulico preliminar das diversas opções;
- g) avaliação de custo das diversas opções;
- h) comparação técnico-econômica e escolha da solução;
- i) dimensionamento dos órgãos auxiliares e sistemas de utilidades;
- j) seleção dos equipamentos e acessórios;
- l) locação definitiva das unidades, considerando a circulação de pessoas e veículos e o tratamento arquitetônico-paisagístico;

m) elaboração do perfil hidráulico em função do arranjo definitivo;

n) elaboração de relatório do projeto hidráulico-sanitário, justificando as eventuais divergências em relação ao estudo de concepção.

## 5 Critérios e disposições

5.1 Para o dimensionamento das unidades de tratamento e órgãos auxiliares, os parâmetros básicos seguintes devem ser obtidos para as diversas etapas do plano:

- a) vazões afluentes máxima e média;
- b) demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ou demanda química de oxigênio (DQO);
- c) sólidos em suspensão (SS).

5.2 Os valores dos parâmetros b e c de 5.1 devem ser determinados através de investigação local de validade reconhecida. Na ausência dessa determinação, podem ser usados os valores de 54 g de DBO<sub>5</sub>/hab.d e 60 g de SS/hab.d. Outros valores adotados devem ser justificados.

5.3 Os critérios gerais de dimensionamento das unidades e órgãos auxiliares, excetuados os casos explicitados adiante, devem ser os seguintes:

- a) dimensionados para a vazão máxima,
  - estações elevatórias de esgoto bruto;
  - canalizações;
  - medidores;
  - dispositivos de entrada e saída;
- b) dimensionados para a vazão média,
  - todas as unidades e canalizações precedidas de tanques de acumulação com descarga em regime de vazão constante.

5.4 Deve ser prevista canalização de desvio (*by-pass*) para isolar a ETE.

5.5 Recomenda-se que as unidades de tratamento da ETE possuam dispositivos que permitam seu isolamento.

5.6 Deve ser previsto pelo menos o dispositivo de medição da vazão afluente à ETE.

5.7 As canalizações devem ser dimensionadas de modo a evitar deposição de sólidos, em função das características do líquido transportado. No caso de canalização de transporte de lodo, a velocidade de escoamento deve estar compreendida entre 0,5 m/s e 1,8 m/s.

5.8 O acesso às unidades deve ser fácil e adequado às condições de segurança e comodidade da operação. Escadas tipo "marinheiro" não devem ser permitidas.

**5.9** Devem ser previstos condições ou dispositivos de segurança de modo a evitar concentração de gases que possam causar explosão, intoxicação ou desconforto.

**5.10** O projeto hidráulico-sanitário deve incluir o tratamento e destino final do lodo removido.

**5.11** O relatório do projeto hidráulico-sanitário da ETE deve incluir:

- a) memorial descritivo e justificativo, contendo informações a respeito do destino a ser dado aos materiais residuais retirados da ETE, explicitando os meios que devem ser adotados para o seu transporte e disposição, projetando-os quando for o caso;
- b) memória de cálculo hidráulico;
- c) planta de situação da ETE em relação à área de projeto e ao corpo receptor;
- d) planta de locação das unidades;
- e) fluxograma do processo e arranjo em planta (*lay-out*) com identificação das unidades de tratamento e dos órgãos auxiliares;
- f) perfis hidráulicos das fases líquida e sólida nas diversas etapas;
- g) plantas, cortes e detalhes;
- h) planta de escavações e aterros;
- i) especificações de materiais e serviços;
- j) especificações de equipamentos e acessórios, indicando os modelos selecionados para elaboração do projeto;
- l) orçamento;
- m) manual de operação de processo, contendo no mínimo o seguinte:
  - descrição simplificada da ETE;
  - parâmetros utilizados no projeto;
  - fluxograma e arranjo em planta (*lay-out*) da ETE com identificação das unidades e órgãos auxiliares e informações sobre seu funcionamento;
  - procedimentos de operação com descrição de cada rotina e sua frequência;
  - identificação dos problemas operacionais mais frequentes e procedimentos a adotar em cada caso;
  - descrição dos procedimentos de segurança do trabalho;
  - modelos das fichas de operação a serem preenchidas pelo operador.

## 6 Tratamento da fase líquida

### 6.1 Separação de sólidos por meios físicos

#### 6.1.1 Gradeamento

Devem ser observados os preceitos estipulados na NBR 12208, incluídos os relativos a canais afluentes.

#### 6.1.2 Desarenação

**6.1.2.1** O desarenador deve ser projetado para remoção mínima de 95% em massa das partículas com diâmetro igual ou superior a 0,2 mm (densidade de 2,65).

**6.1.2.2** A vazão de dimensionamento do desarenador deve ser a vazão máxima afluente à ETE.

**6.1.2.3** O desarenador deve ter limpeza mecanizada quando a vazão de dimensionamento é igual ou superior a 250 L/s.

**6.1.2.4** Devem ser previstas pelo menos duas unidades instaladas, sendo neste caso uma delas reserva, a qual pode ser unidade não mecanizada.

**6.1.2.5** No caso de desarenador por gravidade, a taxa de escoamento superficial deve estar compreendida entre 600 a 1.300 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d.

**6.1.2.6** No caso de desarenador tipo canal deve ser observado o seguinte:

a) a seção transversal deve ser tal que a velocidade de escoamento para a vazão média seja igual a 0,30 m/s, não sendo superior a 0,40 m/s para a vazão máxima;

b) no fundo e ao longo do canal, deve ser previsto espaço para a acumulação do material sedimentado, com seção transversal mínima de 0,20 m de profundidade por 0,20 m de largura; no caso de limpeza manual, a largura mínima deve ser de 0,30 m.

**6.1.2.7** No caso de desarenador aerado deve ser observado o seguinte:

a) a seção transversal deve ser tal que a velocidade de escoamento longitudinal seja inferior a 0,25 m/s para a vazão máxima;

b) a quantidade de ar injetada deve ser regulável;

c) o tempo de detenção hidráulica para a vazão máxima deve ser igual ou superior a 120 s.

#### 6.1.3 Decantação primária

**6.1.3.1** A vazão de dimensionamento de decantador primário deve ser a vazão máxima afluente à ETE, exceto no caso da alínea c) de 6.2.6.

**6.1.3.2** A taxa de escoamento superficial deve ser igual ou inferior a:

a) 60 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d quando não precede processo biológico;

- b)  $80 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$  quando precede processo de filtração biológica;
- c)  $120 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$  quando precede processo de lodos ativados.

**6.1.3.3** ETE com vazão de dimensionamento superior a 250 L/s deve ter mais de um decantador primário.

**6.1.3.4** O tempo de detenção hidráulica para a vazão média deve ser inferior a 6 h e, para a vazão máxima, superior a 1 h.

**6.1.3.5** A taxa de escoamento através do vertedor de saída não deve exceder a  $720 \text{ m}^3/\text{d}.\text{m}$  de vertedor.

**6.1.3.6** A tubulação de remoção de lodo deve ter diâmetro mínimo de 150 mm; a tubulação de transporte de lodo por gravidade deve ter declividade mínima de 3%; a remoção de lodo do fundo deve ser feita de modo a permitir a observação e controle do lodo removido.

**6.1.3.7** O poço de acumulação de lodo no fundo do decantador deve ter paredes com inclinação igual ou superior a 1,5 na vertical para 1,0 na horizontal, terminando em base inferior com dimensão horizontal mínima de 0,60 m.

**6.1.3.8** No caso de decantador primário, com remoção mecanizada de lodo, deve ser observado o seguinte:

- a) o dispositivo de remoção deve ter velocidade igual ou inferior a 20 mm/s no caso de decantador retangular, e velocidade periférica igual ou inferior a 40 mm/s no caso de decantador circular;
- b) a altura mínima de água deve ser igual ou superior a 2,0 m;
- c) define-se o volume útil como o produto da área de decantação pela altura mínima de água;
- d) para decantador retangular a relação comprimento/altura mínima de água deve ser igual ou superior a 4:1; a relação largura/altura mínima de água deve ser igual ou superior a 2:1; a relação comprimento/largura deve ser igual ou superior a 2:1;
- e) para decantador retangular, a velocidade de escoamento horizontal deve ser igual ou inferior a 50 mm/s; quando recebe excesso de lodo ativado, a velocidade deve ser igual ou inferior a 20 mm/s.

**6.1.3.9** No caso de decantador primário, sem remoção mecanizada de lodo, deve ser observado o seguinte:

- a) a altura mínima de água deve ser igual ou superior a 0,50 m;
- b) o decantador pode ser circular ou quadrado em planta, com poço de lado único cônico ou piramidal

de base quadrada, descarga de lodo por gravidade, inclinação de paredes igual ou superior a 1,5 na vertical por 1,0 na horizontal e diâmetro ou diagonal não superior a 7,0 m;

- c) o decantador pode ser retangular em planta com alimentação pelo lado menor, desde que a parte inferior seja totalmente constituída de poços tronco-piramidais de bases quadradas e lado não superior a 5,0 m, com descargas individuais;
- d) no caso da alínea b), define-se o volume útil como sendo o volume de líquido contido no terço superior da altura do poço, até o nível de água; no caso da alínea c), define-se o volume útil como sendo o produto da área de decantação pela altura mínima de água;
- e) carga hidrostática mínima para a remoção do lodo igual a cinco vezes a perda de carga hidráulica calculada para água e não inferior a 1,0 m.

**6.1.3.10** Recomenda-se a instalação de dispositivo para a medição da vazão do lodo removido do decantador primário.

**6.1.3.11** O projeto hidráulico-sanitário deve incluir o seguinte:

- a) o volume, a massa de sólidos em suspensão e o teor de sólidos do lodo removido;
- b) as características relativas à estabilidade do lodo removido;
- c) o dispositivo utilizado na remoção do lodo.

Para efeitos práticos, consideram-se equivalentes, nesta Norma, os teores de sólidos totais e de sólidos em suspensão no lodo.

## 6.2 Filtração biológica

**6.2.1** A vazão de dimensionamento do filtro biológico deve ser a vazão média afluyente à ETE.

**6.2.2** A filtração biológica deve ser precedida de remoção de sólidos grosseiros e areia e de decantação primária ou outra unidade de remoção de sólidos em suspensão.

**6.2.3** O filtro biológico deve dispor de um meio suporte da biomassa, constituído de pedra britada, seixo rolado ou outros materiais.

**6.2.3.1** No caso de utilização de pedra britada, esta deve ser brita 4, não sendo permitidas pedras chatas ou com faces planas.

**6.2.4** A aplicação do esgoto em filtro biológico circular deve ser uniforme sobre a superfície do meio suporte através de distribuidor rotativo; quando acionado pela reação dos jatos, o distribuidor deve ser projetado para partir

com carga hidrostática e até 0,60 m e deve permanecer em movimento com carga mínima de 0,20 m.

**6.2.5** Filtro biológico que utiliza pedra britada ou seixo rolado deve ter altura do meio suporte inferior a 6,0 m e obedecer às seguintes limitações:

- a) baixa capacidade: carga orgânica igual ou inferior a 0,3 kg DBO<sub>5</sub>/d.m<sup>3</sup> do meio suporte; taxa de aplicação hidráulica compreendida entre 0,8 e 5,0 m<sup>3</sup>/d.m<sup>2</sup> da superfície livre do meio suporte;
- b) alta capacidade: carga orgânica igual ou inferior a 1,8 kg DBO<sub>5</sub>/d.m<sup>3</sup> do meio suporte; taxa de aplicação hidráulica compreendida entre 10,0 e 60,0 m<sup>3</sup>/d.m<sup>2</sup> da superfície livre do meio suporte;
- c) no cálculo da taxa de aplicação hidráulica a vazão de dimensionamento deve ser acrescida da vazão de recirculação.

**6.2.5.1** Quando são utilizados outros materiais, os parâmetros e critérios para dimensionamento devem ser justificados.

**6.2.6** Pode ser admitida a recirculação nos seguintes casos:

- a) do efluente do filtro biológico para a sua própria entrada;
- b) do efluente do decantador final para a entrada do filtro biológico e, neste caso, o decantador final deve ser dimensionado para a vazão média acrescida da vazão de recirculação;
- c) do efluente do filtro biológico para a entrada do decantador primário e, neste caso, o decantador primário deve ser dimensionado para vazão máxima acrescida da vazão de recirculação;
- d) em qualquer dos casos a relação de recirculação deve ser igual ou inferior a 5.

**6.2.7** Podem ser utilizados filtros biológicos em série, desde que seja justificado.

**6.2.8** Deve ser evitado o emprego de filtro biológico coberto, devendo ser justificada a sua utilização.

**6.2.9** Para garantir a circulação de ar, através do meio suporte do filtro biológico, é necessário:

- a) que as aberturas para drenagem do efluente do filtro tenham área total igual ou superior a 15% da área horizontal do fundo do filtro;
- b) que as extremidades dos drenos que se comunicam com a atmosfera tenham área total igual ou superior a 1% da área horizontal do fundo do filtro.

**6.2.10** O filtro biológico coberto deve ter dispositivo de ventilação que garanta o movimento vertical de ar com velocidade mínima de 0,30 m/min.

**6.2.11** Na drenagem do líquido percolado, através do meio suporte, deve ser observado o seguinte:

- a) a área do fundo do filtro deve ser inteiramente drenada;
- b) a declividade mínima dos drenos deve ser 1%, e a velocidade mínima nas canaletas efluentes deve ser de 0,60 m/s;
- c) os drenos e as canaletas efluentes devem ser dimensionados com seção molhada igual ou inferior a 50% da seção transversal, para a vazão máxima acrescida da vazão de recirculação.

**6.2.12** Deve ser previsto o controle do crescimento de moscas, preferivelmente por inundação do filtro biológico.

**6.2.13** A filtração biológica requer o emprego de decantação final.

**6.2.14** A vazão de dimensionamento do decantador final deve ser a vazão média exceto para o caso de 6.2.6, alínea b).

**6.2.15** No decantador final a taxa de escoamento superficial deve ser igual ou inferior a 36 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d.

**6.2.16** A taxa de escoamento, através do vertedor de saída do decantador final, deve ser igual ou inferior a 380 m<sup>3</sup>/d.m de vertedor.

**6.2.17** A tubulação de remoção do lodo do decantador final deve ter diâmetro mínimo de 150 mm; a tubulação de transporte de lodo por gravidade deve ter declividade mínima de 2%; a remoção de lodo do fundo do decantador final deve ser feita de modo a permitir a observação e controle do lodo removido.

**6.2.18** As paredes do decantador final com poço de lodo devem ter inclinação igual ou superior a 1,5 na vertical para 1,0 na horizontal, terminando em base inferior com dimensão horizontal mínima de 0,60m.

**6.2.19** No caso de decantador final, com remoção mecanizada de lodo, aplica-se o disposto em 6.1.3.8, exceto alínea e), e mais o seguinte:

- para decantador final retangular, a velocidade de escoamento horizontal deve ser igual ou inferior a 20 mm/s.

**6.2.20** No caso de decantador final, sem remoção mecanizada de lodo, aplica-se o disposto em 6.1.3.9.

**6.2.21** Recomenda-se a instalação de dispositivos para a medição das vazões de recirculação e do excesso de lodo removido do processo.

**6.2.22** Na filtração biológica aplica-se o disposto em 6.1.3.11.

### 6.3 Lodos ativados

**6.3.1** As prescrições desta seção abrangem o tanque de aeração, o decantador final, a recirculação de lodo e seus órgãos auxiliares e aplicam-se ao valor de oxidação.

**6.3.2** O tratamento por processo de lodos ativados deve ser precedido pela remoção de sólidos grosseiros e areia, podendo ser precedido pela remoção de sólidos sedimentáveis.

**6.3.3** A vazão de dimensionamento para o processo de lodos ativados deve ser a vazão média afluyente à ETE, não se incluindo a vazão de recirculação de lodo ativado.

**6.3.4** ETE com vazão afluyente máxima superior a 250 L/s deve ter mais de um tanque de aeração.

**6.3.5** O tempo de detenção hidráulica não deve ser utilizado como parâmetro de dimensionamento do tanque de aeração.

**6.3.6** O dimensionamento do tanque de aeração deve ser efetuado por um dos parâmetros seguintes:

- a) idade do lodo;
- b) relação alimento X microorganismos;
- c) taxa de utilização de substrato;
- d) fator de carga.

**6.3.7** Os valores dos parâmetros de dimensionamento do tanque de aeração devem estar compreendidos nos intervalos:

- a) idade do lodo - dois dias a 40 dias;
- b) relação alimento X microorganismos - 0,07 a 1,1 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSVTA.d;
- c) taxa de utilização de substrato - 0,06 a 1,0 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSVTA.d;
- d) fator de carga - 0,05 a 0,90 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSTA.d.

Nota: SSVTA - sólidos em suspensão voláteis no tanque de aeração; SSTA - sólidos em suspensão no tanque de aeração.

**6.3.8** A concentração de sólidos em suspensão no interior do tanque de aeração deve estar compreendida no intervalo de 1500 a 6000 mg/L.

**6.3.9** O tempo de detenção hidráulica no tanque de aeração, referido à vazão de dimensionamento, deve ser igual ou superior a:

- a) 60 min quando a idade do lodo é inferior a 18 dias, ou a taxa de utilização de substrato é superior a 0,15 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSVTA.d;

- b) 15 h quando a idade do lodo é igual ou superior a 18 dias, ou a taxa de utilização de substrato é igual ou inferior a 0,15 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSVTA.d.

**6.3.10** A massa de oxigênio a ser fornecida ao tanque de aeração deve ser igual ou superior a:

- a) uma vez e meia a carga de DBO<sub>5</sub> aplicada ao tanque de aeração quando a idade do lodo é inferior a 18 dias, ou a taxa de utilização de substrato é superior a 0,15 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSVTA.d;
- b) duas vezes e meia a carga de DBO<sub>5</sub> aplicada ao tanque de aeração quando a idade do lodo é igual, ou superior a 18 dias ou a taxa de utilização de substrato é igual ou inferior a 0,15 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSVTA.d;
- c) três vezes a carga de DBO<sub>5</sub> aplicada ao tanque de aeração quando é necessária a nitrificação do efluente e não se processa a desnitrificação biológica.

**6.3.11** A concentração de oxigênio dissolvido no tanque de aeração (CI), a ser considerada no dimensionamento do equipamento de aeração, deve ser:

- a) 1,5 mg/L quando a idade do lodo é igual ou superior a 18 dias, ou a taxa de utilização de substrato é igual ou inferior a 0,15 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSVTA.d ou quando é necessária a nitrificação do efluente e não se processa a desnitrificação biológica;
- b) 2,0 mg/L quando a idade do lodo é inferior a 18 dias ou a taxa de utilização de substrato é superior a 0,15 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSVTA.d.

**6.3.12** A geometria do tanque de aeração deve ser estabelecida em função do tipo, potência e capacidade de homogeneização do equipamento de aeração escolhido.

**6.3.13** Para o dimensionamento do equipamento de aeração superficial, a eficiência nominal de transferência de oxigênio para água limpa a 20°C, isenta de oxigênio dissolvido e ao nível do mar, deve ser obtida em ensaio com o equipamento a ser empregado. Na impossibilidade de realizar tal ensaio, podem ser usados os seguintes valores:

- a) equipamento dotado de redutor de velocidade  $\leq 2,2$  kg O<sub>2</sub>/kWh;
- b) equipamento de alta rotação  $\leq 1,8$  kg O<sub>2</sub>/kWh.

**6.3.14** A eficiência efetiva (Ce) de transferência de oxigênio do equipamento de aeração superficial deve ser obtida corrigindo-se a eficiência nominal (Cn) com o fator λ:

$$Ce = Cn \cdot \lambda \text{ (kg O}_2\text{/kWh)}$$

sendo

$$\lambda = \alpha \cdot (C_{sw} - CI) \cdot 9,17^{-1} \cdot 1,02^{(T-20)}$$

Onde:

- α = relação entre a taxa de transferência de oxigênio ao esgoto e a taxa de transferência de oxigênio à água limpa, variando de 0,8 a 0,9

$C_{sw}$  = concentração de saturação de oxigênio no esgoto (mg/L):  
sendo  $C_{sw} = \beta \cdot C_s \cdot P$

$\beta$  = relação entre a concentração de saturação de oxigênio no esgoto e a concentração de saturação de oxigênio na água limpa, variando de 0,9 a 1,0

$C_s$  = concentração de saturação de oxigênio dissolvido na água limpa na temperatura do esgoto (mg/L)

$P$  = relação entre a pressão barométrica no local de instalação e a pressão barométrica ao nível do mar

$Cl$  = concentração de oxigênio a ser mantida no líquido do tanque de aeração (mg/L)

$T$  = temperatura do esgoto em °C

Nota: O fator de correção deve ser calculado para as condições de operação de verão e de inverno e adotado o de menor valor.

**6.3.15** Para equipamento de aeração superficial, montado sobre suportes fixos, o tanque de aeração deve ter dispositivo que permita a variação do nível de água para controle de concentração de oxigênio dissolvido.

**6.3.16** O número mínimo de aeradores superficiais, no tanque de aeração, deve ser:

- a) dois para vazões médias entre 20 L/s e 100 L/s;
- b) três para vazões médias superiores a 100 L/s.

**6.3.17** A densidade de potência no tanque de aeração, dotado de equipamento de aeração superficial, deve ser igual ou superior a 10 W/m<sup>3</sup>. Valores menores devem ser justificados.

**6.3.18** Para dimensionamento do equipamento de aeração por ar difuso, a eficiência nominal (E) de transferência de oxigênio deve ser a obtida para água limpa a 20°C isenta de oxigênio dissolvido e ao nível do mar.

**6.3.19** A eficiência efetiva (Ef) de transferência de oxigênio do equipamento de aeração por ar difuso deve ser obtida, corrigindo-se a eficiência nominal com o fator  $\lambda$ , definido em 6.3.14, considerando-se a variação de  $\alpha$  entre 0,6 a 0,9.

**6.3.20** A aeração por ar difuso pode ser:

- a) de bolha grossa, com diâmetro superior a 6 mm; a eficiência nominal de transferência de oxigênio na máxima profundidade do tanque de aeração deve ser inferior a 15%;
- b) de bolha média, com diâmetro de 3 mm a 6 mm; a eficiência nominal de transferência de oxigênio

na máxima profundidade do tanque de aeração deve ser inferior a 25%;

- c) de bolha fina, com diâmetro inferior a 3 mm; a eficiência nominal de transferência de oxigênio na máxima profundidade do tanque de aeração deve ser inferior a 55%.

**6.3.21** Na aeração, por ar difuso, a vazão de ar a ser fornecida ao tanque de aeração deve ser calculada pela expressão:

$$Q = N (334,08 \cdot Ef \cdot \rho)^{-1}$$

Onde:

$Q$  = vazão de ar à temperatura de 20°C e ao nível do mar (m<sup>3</sup>/min)

$N$  = massa de oxigênio requerida (kg O<sub>2</sub>/d)

$Ef$  = eficiência efetiva de transferência de oxigênio

$\rho$  = massa específica do ar a 20°C e ao nível do mar (kg/m<sup>3</sup>)

**6.3.21.1** O dimensionamento do equipamento de fornecimento de ar para aeração por ar difuso deve ser feito atendendo às condições de pressão barométrica e temperatura do ar no local da instalação.

**6.3.22** A seleção dos tubos para alimentação e distribuição de ar para aeração por ar difuso deve considerar o seguinte:

- a) o material empregado deve ser especificado para as condições de temperatura, umidade e pressão piezométrica do ar transportado;
- b) nos casos de emprego de bolhas média e fina, os tubos devem ser protegidos contra corrosão interna e externamente;
- c) no caso de emprego de bolha grossa podem ser aceitos tubos apenas com proteção externa contra corrosão.

**6.3.23** Na aeração por ar difuso, no caso de emprego de bolha fina, o ar deve ser filtrado e conter no máximo 3,5 mg de material particulado por 1000 m<sup>3</sup> de ar. No caso de emprego de bolha média, essa relação pode ser de 15 mg/1000 m<sup>3</sup> no máximo.

**6.3.24** O excesso de lodo, removido do processo de lodos ativados, deve ser considerado estável para fins de desidratação e encaminhamento ao destino final, quando a idade do lodo é igual ou superior a 18 dias, ou quando a taxa de utilização de substrato é igual ou inferior a 0,15 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSVTA.d. Recomenda-se a instalação de dispositivo para medição da vazão do excesso de lodo removido do processo.



**6.3.25** No processo de lodos ativados, aplica-se o disposto em 6.1.3.11.

**6.3.26** No processo de lodos ativados, que emprega o valor de oxidação, os seguintes parâmetros e condições devem ser aplicados:

- a) quando não for empregado decantador final, deve ser previsto meio capaz de manter a concentração de SSTA em um mínimo de 2500 mg/L;
- b) idade do lodo: 18 dias a 40 dias;
- c) relação alimento X microorganismos: 0,07 a 0,15 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSVTA.d;
- d) fator de carga: 0,05 a 0,10 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSVTA.d;
- e) o equipamento de aeração, além de sua capacidade de transferência de oxigênio, deve manter a massa líquida em movimento com velocidade de translação capaz de impedir a sedimentação de lodo no fundo do valo;
- f) o valor de oxidação deve ter o fundo e paredes impermeáveis até 0,30 m, acima do nível máximo de operação.

**6.3.27** O valor mínimo da relação de recirculação de lodo ativado deve ser:

- a) 0,25 quando a concentração de SSTA é menor que 3000 mg/L;
- b) 0,50 quando a concentração de SSTA está compreendida no intervalo de 3000 mg/L (inclusive) a 4500 mg/L;
- c) 1,00 quando a concentração de SSTA é igual ou superior a 4500 mg/L.

Nota: Deve ser previsto dispositivo de medição da vazão de recirculação de lodo ativado

**6.3.28** O decantador final deve ser dimensionado para taxa de escoamento superficial igual ou inferior a:

- a) 36 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d quando a concentração de SSTA é menor que 3000 mg/L;
- b) 24 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d quando a concentração de SSTA está compreendida no intervalo de 3000 mg/L (inclusive) a 4500 mg/L;
- c) 16 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d quando a concentração de SSTA é igual ou superior a 4500 mg/L.

**6.3.29** No decantador final, a taxa de aplicação de sólidos, obtida pela expressão abaixo, deve ser igual ou inferior a 144 kg/m<sup>2</sup>.d:

$$T_s = (Q + Q_r)^{A-1} \cdot X$$

Onde:

Q = vazão média (m<sup>3</sup>/d)

Q<sub>r</sub> = vazão de recirculação de lodo ativado (m<sup>3</sup>/d)

X = concentração SSTA (kg/m<sup>3</sup>)

A = área de decantação (m<sup>2</sup>)

**6.3.30** No decantador final, o tempo de detenção hidráulica, relativo à vazão média, deve ser igual ou superior a 1,5 h.

**6.3.31** No caso de decantador final, com remoção mecanizada de lodo, aplica-se o disposto em 6.1.3.8, exceto alínea e), e mais o seguinte:

- a) para decantador final retangular a velocidade de escoamento horizontal deve ser igual ou inferior a 20 mm/s;
- b) decantador final circular, com remoção de lodo por raspagem, deve ter o fundo com inclinação mínima para o centro na razão de 1 na vertical por 12 na horizontal;
- c) decantador final retangular, com remoção de lodo por sucção ao longo do tanque, deve ter o fundo horizontal.

**6.3.32** No caso de decantador final, sem remoção mecanizada de lodo, aplica-se o disposto em 6.1.3.9, exceto alínea e), e mais o seguinte:

- a) carga hidrostática mínima para a remoção de lodo, igual a duas vezes a perda de carga hidráulica para água e não inferior a 0,50 m;
- b) tubulação de descarga de lodo com diâmetro mínimo de 150 mm.

**6.3.33** A remoção de lodo do fundo do decantador final, por pressão hidrostática ou sucção, deve ser feita de modo a permitir a observação e controle do lodo removido.

**6.3.34** A taxa de escoamento, através do vertedor de saída do decantador final, deve ser igual ou inferior a 290 m<sup>3</sup>/d.m de vertedor.

## 7 Tratamento de lodos (fase sólida)

### 7.1 Estação elevatória de lodo

**7.1.1** As tubulações de recalque de lodo devem ter diâmetro mínimo de 150 mm e dispositivo que permita sua desobstrução.

**7.1.2** A perda de carga total, a ser considerada nas tubulações de recalque de lodos primário e misto, estabilizados ou não, deve ser determinada, levando em consideração as características do lodo recalcado.

**7.1.3** No recalque de lodos primário e misto, estabilizados ou não, é vedado o uso de válvula de gaveta.

**7.1.4** A capacidade da elevatória de recirculação de lodo ativado deve ser, no mínimo, 50% superior à vazão de recirculação adotada no projeto.

## 7.2 Adensamento por gravidade

**7.2.1** A taxa de aplicação de sólidos e o teor de sólidos em suspensão no lodo adensado, utilizados no dimensionamento do adensador, dependem do tipo do lodo, podendo ser adotados os valores indicados na Tabela.

**7.2.2** A profundidade mínima da unidade de adensamento deve ser de 3,0 m, e o tempo de detenção hidráulica máximo deve ser de 24 h. O lodo afluente deve ser diluído, no caso de incompatibilidade desses valores, com a taxa de aplicação de sólidos adotada.

**7.2.3** O dimensionamento da unidade de adensamento deve prever no lodo efluente uma recuperação máxima de 90% dos sólidos em suspensão do lodo afluente.

**7.2.4** O efluente líquido (sobrenadante) da unidade de adensamento deve ser retornado à entrada da ETE, em cujo dimensionamento devem ser considerados o acréscimo dos sólidos em suspensão não recuperados e a carga orgânica correspondente.

**7.2.5** Unidade de adensamento, cuja menor dimensão em planta é superior a 3,0 m, deve ser projetada com remoção mecanizada de lodo.

**7.2.6** No projeto da unidade de adensamento deve ser observado o disposto em 6.1.3.6 e 6.1.3.7.

## 7.3 Adensamento por flotação ou centrifugação

**7.3.1** O adensamento de lodo pode também ser processado através de flotação a ar dissolvido ou centrifugação, com ou sem aplicação de polímeros.

**7.3.2** No caso de flotação a ar dissolvido, os parâmetros de dimensionamento são os seguintes:

- a) taxa de aplicação de sólidos;
- b) taxa de escoamento superficial;
- c) relação ar/sólidos.

Nota: Os valores adotados devem ser justificados.

**7.3.3** Em qualquer caso, aplica-se o disposto em 7.2.4.

## 7.4 Digestão aeróbia

**7.4.1** A digestão aeróbia deve ser processada em tanques abertos com profundidade de 2,50 m a 10,00 m.

**7.4.2** Quando o digestor aeróbio recebe apenas lodo biológico, o tempo de detenção hidráulica deve ser igual ou superior a doze dias; quando recebe lodo misto, o tempo de detenção hidráulica deve ser igual ou superior a 18 dias.

**7.4.3** A taxa de aplicação de SSV deve ser igual ou inferior a 3,5 kg/m<sup>3</sup>.d.

**7.4.4** A massa de oxigênio fornecido deve ser igual ou superior a 1,9 kgO<sub>2</sub>/kg SSV consumido.

**7.4.5** O equipamento de aeração deve manter uma concentração de oxigênio dissolvido igual a 2 mgO<sub>2</sub>/L no interior do digestor aeróbio.

**7.4.6** No caso de emprego de equipamento de aeração superficial, a densidade de potência deve ser igual ou superior a 25 W/m<sup>3</sup>.

**7.4.7** No caso de emprego de equipamento de ar difuso, a taxa de ar fornecido deve ser igual ou superior a 1,2 m<sup>3</sup> de ar por hora e por metro cúbico do volume útil do digestor.

**7.4.8** Para o dimensionamento do equipamento de aeração, deve ser observado o disposto em 6.3.13 e 6.3.14 e de 6.3.21 a 6.3.23.

**7.4.9** O líquido sobrenadante resultante do adensamento por gravidade do lodo digerido, efetuado no interior do digestor aeróbio operado intermitentemente, deve ser retornado à entrada da ETE, em cujo dimensionamento deve ser considerada a carga orgânica correspondente.

**Tabela - Valores máximos para adensamento por gravidade**

Tipo do lodo	Máxima taxa de aplicação de sólidos (kg SS/m <sup>2</sup> .d)	Máximo teor de sólidos em suspensão no lodo adensado (%)
Lodo primário bruto	150	10
Lodo primário estabilizado	120	10
Lodo biológico (lodo ativado)	30	3
Lodo biológico (filtro biológico)	50	9
Lodo misto (primário bruto + lodo ativado)	50	8
Lodo misto (primário bruto + filtro biológico)	60	9

## 7.5 Digestão anaeróbia

**7.5.1** A digestão anaeróbia pode ser processada em um único estágio ou em dois estágios em série, sendo os digestores denominados primário e secundário.

**7.5.1.1** Na digestão de único estágio, o digestor deve ser projetado também para armazenamento e adensamento do lodo e remoção de sobrenadante.

**7.5.1.2** O digestor secundário deve ser projetado para armazenamento e adensamento do lodo e remoção de sobrenadante.

**7.5.2** ETE com vazão média afluente igual ou inferior a 20 L/s pode ter a digestão anaeróbia e a decantação primária processadas na mesma unidade.

**7.5.3** ETE com vazão média afluente superior a 250 L/s deve ter a digestão anaeróbia processada em mais de um digestor primário ou de único estágio. No caso de digestão em dois estágios, admite-se apenas um digestor secundário interligado a mais de um digestor primário.

**7.5.4** Digestor com taxa de aplicação de SSV igual ou superior a 0,5 kg/m<sup>3</sup>.d deve ser homogeneizado.

**7.5.5** A digestão anaeróbia pode ser:

- a) convencional quando se processa com taxa de aplicação de SSV sobre o digestor igual ou inferior a 1,2 kg/m<sup>3</sup>.d;
- b) de alta taxa quando se processa com taxa de aplicação de SSV sobre o digestor superior a 1,2 kg/m<sup>3</sup>.d e igual ou inferior a 6,0 kg/m<sup>3</sup>.d.

**7.5.6** Na seleção da taxa de aplicação de SSV deve ser considerada a influência da temperatura interna do digestor e verificada a necessidade de aquecimento da unidade.

**7.5.7** O dispositivo de homogeneização por recirculação de lodo pode ser interno ou externo ao digestor e deve recircular o volume total de lodo do digestor em um período máximo de 8h.

**7.5.8** O dispositivo de homogeneização que não emprega a recirculação de lodo deve introduzir na massa de lodo uma densidade de potência igual ou superior a 1 W/m<sup>3</sup> para digestor convencional, e igual ou superior a 5 W/m<sup>3</sup> para digestor de alta taxa.

**7.5.9** O tempo de digestão deve ser:

- a) para digestor não homogeneizado  $\geq 45$  dias;
- b) para digestor convencional homogeneizado  $\geq 30$  dias;
- c) para digestor de alta taxa  $\geq$  quinze dias.

Nota: A utilização de valores inferiores deve ser justificada.

**7.5.10** Na digestão em dois estágios, o volume útil dos digestores secundários deve ser igual ou superior a 30% do volume útil dos digestores primários.

**7.5.11** Para remoção de sobrenadante, o digestor deve dispor de tubulação de extravasão e dispositivos de remoção de líquido em vários níveis, distribuídos pelo menos na metade superior da sua altura. O líquido retirado deve ser encaminhado à entrada da ETE, em cujo dimensionamento deve ser considerada a carga orgânica correspondente.

**7.5.12** Tubulações de lodo no digestor devem ter diâmetro mínimo de 200 mm.

**7.5.13** Todo digestor deve ter facilidade de acesso de pessoas aos dispositivos de operação e controle e dispor de inspeção lateral com dimensão mínima de 0,80 m.

**7.5.14** A superfície interna da parte superior do digestor, acima do nível do lodo, deve ser protegida contra corrosão.

**7.5.15** No caso de digestor coberto, o gás de digestão, quando não aproveitado, pode ser eliminado através de queimadores ou dissipado na atmosfera sem queima, quando comprovadamente não houver risco de incêndio, explosão e problemas de odor, devendo a descarga se dar a uma altura não inferior a 3,0 m acima do topo do digestor.

**7.5.16** Os queimadores de gás devem ser instalados a uma distância superior a 30,0 m do digestor ou gasômetro e a uma distância superior a 20,0 m de qualquer edifício.

**7.5.17** Nos casos de queima ou aproveitamento do gás de digestão, deve ser garantida uma pressão mínima de 1.500 Pa ( $\cong 0,15$  mH<sub>2</sub>O) no interior do digestor.

**7.5.18** A tubulação de transporte do gás de digestão deve ser de material resistente à corrosão, dimensionada com velocidade máxima de 4,00 m/s. O limite acima refere-se às tubulações em que não há compressão do gás.

**7.5.19** 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.

**7.5.20** É recomendada a medição da vazão do gás de digestão em cada digestor.

## 7.6 Desidratação do lodo

**7.6.1** A desidratação do lodo pode ser realizada por processos naturais ou artificiais. Esta Norma abrange apenas o processo natural de leito de secagem.

**7.6.2** Leito de secagem deve ser empregado apenas para lodo estabilizado.

**7.6.3** A área total de leito de secagem deve ser subdividida em pelo menos duas câmaras. A distância máxima de transporte manual do lodo seco no interior do leito de secagem não deve superar 10 m.

**7.6.4** A área de leito de secagem deve ser calculada a partir de:

- a) produção de lodo;
- b) teor de sólidos no lodo aplicado;
- c) período de secagem para obtenção do teor de sólidos desejado;
- d) altura de lodo sobre o leito de secagem.

**7.6.5** A descarga de lodo no leito de secagem não deve exceder a carga de sólidos em suspensão totais de 15 kg/m<sup>2</sup> de área de secagem, em cada ciclo de operação.

**7.6.6** O fundo do leito de secagem deve promover a remoção do líquido intersticial, através de material drenante constituído por:

- a) uma camada de areia com espessura de 7,5 cm a 15 cm, com diâmetro efetivo de 0,3 mm a 1,2 mm e coeficiente de uniformidade igual ou inferior a 5;
- b) sob a camada de areia, três camadas de brita, sendo a inferior de pedra de mão ou brita 4 (camada suporte), a intermediária de brita 3 e 4 com espessura de 20 cm a 30 cm e a superior de brita 1 e 2 com espessura de 10 cm a 15 cm; não deve ser permitido o emprego de mantas geotêxteis;

c) sobre a camada de areia devem ser colocados tijolos recozidos ou outros elementos de material resistente à operação de remoção do lodo seco, com juntas de 2 cm a 3 cm tomadas com areia da mesma granulometria da usada na camada de areia; a área total de drenagem, assim formada, não deve ser inferior a 15% da área total do leito de secagem;

d) o fundo do leito de secagem deve ser plano e impermeável, com inclinação mínima de 1% no sentido de um coletor principal de escoamento do líquido drenado. Alternativamente pode ter tubos drenos ou material similar de diâmetro mínimo de 100 mm, dispostos na camada suporte e distantes entre si não mais que 3,00 m.

**7.6.7** O dispositivo de entrada do lodo no leito de secagem deve permitir descarga em queda livre sobre placa de proteção da superfície da camada de areia.

**7.6.8** A altura livre das paredes do leito de secagem, acima da camada de areia, deve ser de 0,5 m a 1,0 m.

**7.6.9** No caso de emprego de processos mecanizados de desidratação do lodo, o líquido separado deve retornar ao processo de tratamento da fase líquida, em cujo dimensionamento deve ser considerada a carga correspondente.

