



**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
Telex: (021) 34333 ABNT - BR
Endereço Telegráfico:
NORMATÉCNICA

Copyright © 1995,
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

ABR 1992

NBR 12216

Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público

Procedimento

Origem: Projeto 02:009.30-006/1987
CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil
CE-02:009.30 - Comissão de Estudo de Projeto de Sistema de Abastecimento de
Água
NBR 12216 - Public water supply systems - Designs of water treatment works -
Procedure
Descriptors: Water. Water supply system
Esta Norma substitui a NB-592/1977
Reimpressão da NB-592, JUN 1989

Palavras-chave: Abastecimento de água. Água

18 páginas

1 Objetivo

Esta Norma fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto de estação de tratamento de água destinada à produção de água potável para abastecimento público.

2 Documentos complementares

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

NBR 12211 - Estudo de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água - Procedimento

NBR 12213 - Projeto de sistemas de captação de água de superfície para abastecimento público - Procedimento

3 Definições

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 a 3.9.

3.1 Estação de tratamento de água - ETA

Conjunto de unidades destinado a adequar as características da água aos padrões de potabilidade.

3.2 Unidade de estação de tratamento

Cada um dos elementos da ETA em que certo processo de tratamento se realiza.

3.3 Tempo de funcionamento

Tempo necessário para que a ETA produza o volume de água demandado em um dia.

3.4 Etapas de construção

Ampliações sucessivas que podem ser feitas a fim de que a ETA atenda, sem sobrecarga, às demandas impostas pelo consumo.

3.5 Capacidade nominal

Vazão, em condições normais de funcionamento, para a qual a ETA é projetada.

3.6 Capacidade máxima

Vazão máxima que a ETA pode produzir, mantido o efluente dentro dos padrões de potabilidade.

3.7 Capacidade hidráulica

Vazão máxima relacionada com o dimensionamento hidráulico da instalação, independentemente das condições sanitárias.

3.8 Período de detenção

Relação entre o volume útil, referido a determinada unidade da ETA, e sua vazão.

3.9 Taxa de aplicação superficial

Relação entre a vazão, referida a determinada unidade da ETA, e a área de sua superfície útil.

4 Desenvolvimento do projeto

4.1 Elementos necessários

A elaboração do projeto da Estação de Tratamento de Água pressupõe conhecidos os seguintes elementos:

- a) capacidade nominal;
- b) definição das etapas de construção;
- c) localização e definição da área necessária para sua implantação;
- d) levantamento planialtimétrico e cadastral da área de implantação;
- e) execução de sondagens de reconhecimento do subsolo da área de implantação;
- f) manancial abastecedor e características da água;
- g) sistemas de captação e adução, desde o manancial até a ETA;
- h) sistema de adução de água tratada;
- i) cotas impostas pelo sistema de abastecimento de água;
- j) corpos receptores para descarga da ETA.

4.2 Atividades necessárias

A elaboração do projeto da Estação de Tratamento de Água compreende as seguintes atividades:

- a) definição dos processos de tratamento;
- b) disposição e dimensionamento das unidades dos processos de tratamento e dos sistemas de conexões entre elas;
- c) disposição e dimensionamento dos sistemas de armazenamento, preparo e dosagem de produtos químicos;
- d) elaboração dos projetos de arquitetura, urbanização e paisagismo;
- e) elaboração dos projetos de fundações e superestrutura;
- f) elaboração dos projetos de instalações elétricas, hidráulico-sanitárias, drenagem pluvial, drenagens, esgotamento geral da ETA, com indicação da disposição final e projetos complementares;
- g) elaboração das especificações dos materiais e equipamentos relacionados aos processos e às suas instalações complementares, bem como dos materiais e equipamentos de laboratório e de segurança;

- h) elaboração do memorial descritivo e justificativo;
- i) elaboração das listas de materiais e equipamentos;
- j) elaboração do orçamento;
- l) elaboração do manual de operação e manutenção.

5 Condições gerais

Para elaboração do projeto da Estação de Tratamento de Água devem ser observadas as condições indicadas a seguir.

5.1 Definição do tempo de funcionamento e da capacidade da ETA

A capacidade é determinada em função do tempo de funcionamento e com base em estudo técnico-econômico, conforme NBR 12211.

5.2 Definição da área necessária à implantação da ETA

5.2.1 A ETA deve ser localizada em ponto de fácil acesso, em qualquer época do ano.

5.2.1.1 O terreno para implantação da ETA deve estar situado em local livre de enxurradas e acima da cota de máxima enchente, de modo que esta não comprometa a operação.

5.2.1.2 Na escolha do local para implantação da ETA, devem ser levados em conta a disponibilidade de vias de acesso, a facilidade de fornecimento de energia elétrica, as posições relativas ao manancial e ao centro de consumo, o corpo receptor de descargas da ETA e a disposição do lodo dos decantadores. Particular atenção deve ser dada à natureza do solo, a fim de prevenir problemas de fundação e construção e oferecer a possibilidade de situar as unidades acima do nível máximo de água do subsolo.

5.2.1.3 Inexistindo terreno livre de enchentes, exige-se pelo menos que:

- a) as bordas das unidades e dos pisos dos recintos, onde são feitos armazenamentos ou se localizam as unidades básicas para o funcionamento da ETA, estejam situadas pelo menos 1,00 m acima do nível máximo de enchente;
- b) a estabilidade da construção, estudada levando em conta a ocorrência de enchentes, deve prever, quando necessárias, obras especiais para evitar erosão das fundações;
- c) as descargas da ETA possam realizar-se sob qualquer cota de enchente.

5.2.2 O acesso à ETA deve contar com estrada em condições de garantir o trânsito permanente das viaturas utilizadas no transporte dos produtos químicos necessários ao tratamento da água.

5.2.2.1 No caso de ETA em que o consumo global diário de produtos químicos exceda 500 kg, o leito da estrada de

acesso deve permitir carga de pelo menos 10 t por eixo, e ter as seguintes características:

- a) largura mínima - 6 m;
- b) rampa máxima - 10%;
- c) raio mínimo - 30 m.

5.2.2.2 Em caso de ocorrência da condição 5.2.1.3, o acesso à ETA deve ser previsto de modo que permita, em qualquer época do ano, o transporte de pessoal e o abastecimento de produtos químicos.

5.2.3 A área mínima reservada para a ETA deve ser a necessária para permitir a sua implantação, ampliações futuras e a construção de todas as obras indispensáveis ao seu funcionamento, tais como portaria, estações elevatórias, cabine de força, reservatórios, canalizações, áreas e edifícios para armazenamento, oficinas de manutenção, pátios para estacionamento, descarga e manobra de veículos e vias para trânsito de veículos e pedestres.

5.2.3.1 A área prevista para disposição do lodo da ETA não faz parte, necessariamente, da área a que se refere a seção 5.2.3.

5.2.3.2 As residências para o pessoal que trabalha na ETA, quando previstas, devem situar-se fora da área reservada exclusivamente à instalação, com acesso independente.

5.2.3.3 Toda a área da ETA deve ser fechada de modo a impedir o acesso de pessoas estranhas.

5.2.4 A ETA deve ser projetada levando-se em conta, entre outros fatores, a disposição das tubulações, a topografia natural do terreno, as descargas de fundo e o recebimento de produtos químicos.

5.2.4.1 As unidades e o reservatório de água tratada devem ser projetados de modo que as cotas de fundo sejam superiores ao nível máximo do lençol freático. Não sendo isto possível, as estruturas devem ser projetadas de modo a permitir inspeções periódicas, com vista à identificação de defeitos causadores de infiltração pelas paredes ou pelo fundo.

5.3 Definição dos processos de tratamento

5.3.1 O levantamento sanitário da bacia deve ser elaborado conforme NBR 12211.

5.3.2 Para fins desta Norma, devem ser considerados os seguintes tipos de águas naturais para abastecimento público:

Tipo A - águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias sanitariamente protegidas, com características básicas definidas na Tabela seguinte, e as demais satisfazendo aos padrões de potabilidade;

Tipo B - águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias não-protetidas, com características básicas definidas na Tabela seguinte, e que possam enquadrar-se nos padrões de potabilidade, mediante processo de tratamento que não exija coagulação;

Tipo C - águas superficiais provenientes de bacias não-protetidas, com características básicas definidas na Tabela seguinte, e que exijam coagulação para enquadrar-se nos padrões de potabilidade;

Tipo D - águas superficiais provenientes de bacias não-protetidas, sujeitas a fontes de poluição, com características básicas definidas na Tabela seguinte, e que exijam processos especiais de tratamento para que possam enquadrar-se nos padrões de potabilidade.

Tabela - Classificação de águas naturais para abastecimento público

Tipos	A	B	C	D
DBO 5 dias (mg/L):				
- média	até 1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 4,0	> 4,0
- máxima, em qualquer amostra	1 - 3	3 - 4	4 - 6	> 6
Coliformes (NMP/100 mL)				
- média mensal em qualquer mês	50 - 100	100 - 5000	5000 - 20000	> 20000
- máximo	> 100 cm menos de 5% das amostras	> 5000 cm menos de 20% das amostras	> 20000 cm menos de 5% das amostras	-
pH	5 - 9	5 - 9	5 - 9	3,8 - 10,3
Cloretos	< 50	50 - 250	250 - 600	> 600
Fluoretos	< 1,5	1,5 - 3,0	> 3,0	-

NMP - Número mais provável

5.3.2.1 Águas receptoras de produtos tóxicos, excepcionalmente, podem ser utilizadas para abastecimento público, quando estudos especiais garantam sua potabilidade, com autorização e controle de órgãos sanitários e de Saúde Pública competentes.

5.3.3 O tratamento mínimo necessário a cada tipo de água é o seguinte:

Tipo A - desinfecção e correção do pH;

Tipo B - desinfecção e correção do pH e, além disso:

- a) decantação simples, para águas contendo sólidos sedimentáveis, quando, por meio desse processo, suas características se enquadrem nos padrões de potabilidade; ou
- b) filtração, precedida ou não de decantação, para águas de turbidez natural, medida na entrada do filtro, sempre inferior a 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) e cor sempre inferior a 20 unidades, referidas aos Padrões de Platina;

Tipo C - coagulação, seguida ou não de decantação, filtração em filtros rápidos, desinfecção e correção do pH;

Tipo D - tratamento mínimo do tipo C e tratamento complementar apropriado a cada caso.

5.4 Disposição das unidades de tratamento e dos sistemas de conexões

5.4.1 As unidades devem ser dispostas de modo a permitir o escoamento por gravidade, desde a chegada da água bruta até a saída da água tratada; é permitido o recalque de água apenas para lavagem e usos auxiliares.

5.4.2 Qualquer unidade de um conjunto agrupado em paralelo deve ter dispositivo de isolamento.

5.4.2.1 Quando existe apenas uma unidade, esta deve ter dispositivo de isolamento com passagem direta da água.

5.4.3 O arranjo dos diferentes grupos deve ser feito considerando a possibilidade de a estação exigir ampliações superiores às previstas, atendendo ao fixado em 5.4.2.

5.4.4 Os centros de operações devem situar-se próximos das unidades sujeitas ao seu controle.

5.4.5 O acesso às diferentes áreas de operações ou de observação do desenvolvimento dos processos deve ser estudado de modo a evitar escadas ou rampas pronunciadas.

5.4.6 O projeto deve permitir que a ETA seja construída em etapas, sem necessidade de obras provisórias para interligação nem paralisação do funcionamento da parte inicialmente construída.

5.4.7 A conveniência da execução em etapas deve ser fixada levando em conta fatores técnicos, econômicos e financeiros.

5.4.8 O dimensionamento hidráulico deve considerar as vazões mínimas e máximas levando em conta a divisão em etapas e a possibilidade de sobrecargas.

5.5 Grades

Destinam-se a reter materiais grosseiros existentes nas águas superficiais; são utilizadas na ETA quando circunstâncias especiais não permitem a sua localização na captação, devendo o projeto ser elaborado conforme NBR 12213.

5.6 Unidades de micropeneiramento

5.6.1 Destinam-se a reter sólidos finos não-coloidais em suspensão e podem ser adotadas num dos seguintes casos:

- a) quando a água apresenta algas ou outros microrganismos de tipo e em quantidade tal que sua remoção seja imprescindível ao tratamento posterior;
- b) quando permite a potabilização da água sem necessidade de outro tratamento, exceto desinfecção;
- c) quando permite redução de custos de implantação ou operação de unidades de tratamento subseqüentes.

5.6.2 Os parâmetros para o dimensionamento das unidades de micropeneiramento devem ser estabelecidos por meio de ensaios.

5.6.3 As unidades devem contar com sistema de limpeza por água em contracorrente.

5.7 Aeradores

5.7.1 Destinam-se a introduzir ar na água para remoção de compostos voláteis e oxidáveis e gases indesejáveis.

5.7.2 Os dispositivos de aeração admitidos são:

- a) plano inclinado, formado por uma superfície plana com declividade de 1:2 a 1:3, dotado de protuberâncias destinadas a aumentar o contato da água com a atmosfera;
- b) bandejas perfuradas sobrepostas, com ou sem leito percolador, formando conjunto no mínimo com quatro unidades;
- c) cascatas, constituídas de pelo menos quatro plataformas superpostas, com dimensões crescentes de cima para baixo;
- d) escadas, por onde a água deve descer sem aderir às superfícies verticais;
- e) ar comprimido difundido na água contida em tanques;
- f) tanques com aeradores mecânicos;
- g) torre de aeração forçada, com anéis *Rashing* ou similares;
- h) outros de comprovada eficiência.

5.7.3 A aplicabilidade dos diferentes tipos de aeradores e suas taxas de aplicação devem ser determinadas preferencialmente através de ensaios.

5.7.3.1 Não havendo possibilidade de determinar as taxas de aplicação por meio de ensaios, os aeradores podem ser dimensionados através dos parâmetros seguintes:

a) aeradores conforme 5.7.2 a), b), c), e d):

- admitem no máximo 100 m³ de água por metro quadrado de área em projeção horizontal/dia;

b) aerador por ar difuso:

- os tanques devem apresentar período de detenção de pelo menos 5 min, profundidade entre 2,5 m e 4,0 m, relação comprimento/largura maior que 2;
- o aerador deve garantir a introdução de 1,5 L de ar por litro de água a ser aerado, próximo ao fundo do tanque e ao longo de uma das paredes laterais;

c) aerador mecânico:

- o tanque deve apresentar período de detenção de pelo menos 5 min, profundidade máxima de 3,0 m e relação comprimento/largura inferior a 2;
- o aerador mecânico deve garantir a introdução de pelo menos 1,5 L de ar por litro de água a ser aerado.

5.7.3.2 Em caso de dimensionamento conforme 5.7.3.1, a implantação deve ser em etapas, servindo a primeira para definir as taxas reais de aplicação.

5.7.4 As tomadas de ar para aeração em tanques com ar difuso não podem ser feitas em locais que apresentem impurezas atmosféricas prejudiciais ao processo de tratamento e devem ser protegidas com filtro ou tela.

5.7.5 O sistema mecânico para produção de ar comprimido deve evitar a introdução de óleo na água.

5.8 Mistura rápida

5.8.1 Operação destinada a dispersar produtos químicos na água a ser tratada, em particular no processo de coagulação, para o qual são destinadas as disposições seguintes.

5.8.2 As condições ideais em termos de gradiente de velocidade, tempo de mistura e concentração da solução de coagulante devem ser determinadas preferencialmente através de ensaios de laboratório. Quando estes ensaios não podem ser realizados, deve ser observada a seguinte orientação:

- a) a dispersão de coagulantes metálicos hidrolisáveis deve ser feita a gradientes de velocidade compreendidos entre 700 s⁻¹ e 1100 s⁻¹, em um tempo de mistura não superior a 5 s;
- b) a dispersão de polieletrólitos, como coagulantes primários ou auxiliares de coagulação, deve ser feita obedecendo às recomendações do fabricante.

5.8.3 Constituem dispositivos de mistura:

- a) qualquer trecho ou seção de canal ou de canalização que produza perda de carga compatível com as condições desejadas, em termos de gradiente de velocidade e tempo de mistura;
- b) difusores que produzam jatos da solução de coagulante, aplicados no interior da água a ser tratada;
- c) agitadores mecanizados;
- d) entrada de bombas centrífugas.

5.8.4 Podem ser utilizados como dispositivo hidráulico de mistura:

- a) qualquer singularidade onde ocorra turbulência intensa;
- b) canal ou canalização com anteparos ou chicanas;
- c) ressalto hidráulico;
- d) qualquer outro trecho ou seção de canal ou canalização que atenda às condições de 5.8.2.

5.8.4.1 A aplicação da solução de coagulante deve ser sempre feita imediatamente antes do ponto de maior dissipação de energia e através de jatos separados de no máximo 10 cm.

5.8.4.2 No caso de ressalto hidráulico em que o número de Froude, $F_r = V/\sqrt{gh}$, esteja compreendido entre 2,5 e 4,5 (ressalto oscilante), deve ser previsto dispositivo que anule as oscilações de velocidade a jusante do ressalto.

5.8.5 A utilização de difusores, como dispositivo de mistura em canal ou canalização, deve satisfazer às condições de 5.8.2 mais as seguintes:

- a) a aplicação da solução de coagulante deve ser uniformemente distribuída, através de jatos não-dirigidos no mesmo sentido do fluxo;
- b) a área da seção transversal correspondente a cada jato não deve ser superior a 200 cm² e sua dimensão máxima não deve ultrapassar 20 cm;
- c) a velocidade da água onde os jatos são distribuídos, deve ser igual ou superior a 2 m/s;
- d) os orifícios de saída dos jatos devem ter diâmetro igual ou superior a 3 mm;
- e) o sistema difusor deve permitir limpezas periódicas nas tubulações que distribuem a solução de coagulante.

5.8.6 Os agitadores mecanizados devem obedecer às seguintes condições:

- a) a potência deve ser estabelecida em função do gradiente de velocidade;

- b) períodos de detenção inferiores a 2 s exigem que o fluxo incida diretamente sobre as pás do agitador;
- c) o produto químico a ser disperso deve ser introduzido logo abaixo da turbina ou hélice do agitador.

5.8.7 O uso de bombas de recalque de água bruta, como dispositivo para mistura de coagulantes, somente deve ser permitido se, além de atendidas as condições de 5.8.2, são cumpridas mais as seguintes:

- a) a instalação de bombeamento possa ter somente uma bomba em funcionamento;
- b) caso exista possibilidade de funcionarem bombas em paralelo, a cada bomba corresponde um dosador;
- c) os produtos químicos utilizados não atinjam concentrações que os tornem agressivos às bombas.

5.8.8 Após a mistura do coagulante, o tempo máximo de percurso da água até o floculador deve corresponder a 1 min, tempo este que pode ser aumentado para até 3 min quando, entre a mistura e a floculação, existe um sistema capaz de conferir à água gradiente de velocidade igual ou superior ao do início no floculador.

5.8.9 Produtos químicos que não se hidrolisam podem ser misturados por um sistema de agitação que confira à água gradiente de velocidade entre 100 e 250 s⁻¹.

5.8.10 Produtos químicos dosados a seco devem ser previamente dispersos ou dissolvidos em água, antes de sua aplicação.

5.8.11 Quando, para realizar a coagulação, mais de um produto químico tem de ser aplicado, devem ser previstos diferentes pontos para adição desses produtos, cada um com seu dispositivo de mistura, permitindo ao operador proceder à sua aplicação, na ordem que for considerada conveniente.

5.9 Floculadores

5.9.1 São unidades utilizadas para promover a agregação de partículas formadas na mistura rápida.

5.9.2 O período de detenção no tanque de floculação e os gradientes de velocidade a serem aplicados devem ser determinados por meio de ensaios realizados com a água a ser tratada.

5.9.2.1 Dependendo do porte da estação e a critério do órgão contratante, não sendo possível proceder aos ensaios destinados a determinar o período de detenção adequado, podem ser adotados valores entre 20 min e 30 min, para floculadores hidráulicos, e entre 30 min e 40 min, para os mecanizados.

5.9.2.2 Não sendo realizados ensaios, deve ser previsto gradiente de velocidade máximo, no primeiro compartimento, de 70 s⁻¹ e mínimo, no último, de 10 s⁻¹.

5.9.3 A agitação da água pode ser promovida por meios mecânicos ou hidráulicos.

5.9.3.1 A potência fornecida à água por agitadores mecânicos deve ser determinada pela expressão:

$$P = \mu G^2 C$$

Onde:

P = potência, em W

μ = viscosidade dinâmica, em "Pa.s"

G = gradiente de velocidade, em s⁻¹

C = volume útil do compartimento, em m³

5.9.3.2 O gradiente de velocidade em um compartimento do floculador hidráulico é dado pela seguinte expressão:

$$G \sqrt{\frac{gh}{v \cdot t}}$$

Onde:

G = gradiente de velocidade, em s⁻¹

g = aceleração da gravidade, em m/s²

h = soma das perdas de carga na entrada e ao longo do compartimento, em m

v = viscosidade cinemática, em m²/s

t = período de detenção no compartimento, em s

5.9.4 Deve ser previsto dispositivo que possa alterar o gradiente de velocidade aplicado, ajustando-o às características da água e permitindo variação de pelo menos 20% a mais e a menos do fixado para o compartimento.

5.9.5 Os tanques de floculação mecanizados devem ser subdivididos preferencialmente em pelo menos três compartimentos em série, separados por cortinas ou paredes, interligados, porém, por aberturas localizadas de forma a reduzir a possibilidade de passagem direta da água de uma abertura para outra.

5.9.5.1 Para definição do local conveniente das aberturas, de modo a reduzir a passagem direta, devem ser levadas em conta as direções de fluxo impostas pelo sistema de agitação e pela própria entrada da água no tanque.

5.9.5.2 Quando o fluxo de água incide diretamente sobre a abertura, deve-se colocar um anteparo capaz de desviá-lo.

5.9.5.3 As dimensões das aberturas devem ser suficientes para que o gradiente de velocidade, na passagem da água, tenha valor igual ou inferior ao do compartimento anterior.

5.9.6 Nos floculadores hidráulicos, a agitação deve ser obtida por meio de chicanas ou outros dispositivos direcionais de fluxo que confiram à água movimento horizontal, vertical ou helicoidal; a intensidade de agitação resulta da resistência hidráulica ao escoamento e é medida pela perda de carga.

5.9.6.1 A velocidade da água ao longo dos canais deve ficar entre 10 cm/s e 30 cm/s.

5.9.6.2 O espaçamento mínimo entre chicanas deve ser de 0,60 m, podendo ser menor, desde que elas sejam dotadas de dispositivos para sua fácil remoção.

5.9.7 As cortinas destinadas a subdividir os tanques de floculação em compartimentos devem suportar os esforços decorrentes da movimentação da água. Quando a passagem da água de um compartimento para outro se dá por cima da cortina, esta deve ter, na parte inferior, abertura que permita o escoamento por ocasião de esvaziamento do compartimento, abertura essa que, se necessário, pode ser provida de dispositivo basculante que impeça a passagem de quantidade significativa de água em qualquer sentido, durante o funcionamento normal.

5.9.8 Os tanques de floculação devem ser providos de descarga com diâmetro mínimo de 150 mm e fundo com declividade mínima de 1%, na direção desta.

5.9.9 Os tanques de floculação devem apresentar a maior parte da superfície livre exposta, de modo a facilitar o exame de processo.

5.10 Decantadores

5.10.1 São unidades destinadas à remoção de partículas presentes na água, pela ação da gravidade. Podem ser convencionais, ou de baixa taxa, e de elementos tubulares, ou de alta taxa.

5.10.2 O número de decantadores da ETA depende de fatores operacionais e econômicos, observando-se o seguinte:

- a) estações com capacidade inferior a 1000 m³/dia, em operação contínua, ou estações com capacidade de até 10000 m³/dia, com período de funcionamento inferior a 18 h/dia, podem dispor de apenas uma unidade de decantação, desde que não-mecanizada;
- b) estações com capacidade superior a 10000 m³/dia, ou com período de funcionamento superior a 18 h/dia ou ainda em que os decantadores são mecanizados, devem contar pelo menos com duas unidades iguais.

5.10.3 A taxa de aplicação nos decantadores é determinada em função da velocidade de sedimentação das partículas que devem ser removidas pela relação:

$$\frac{Q}{A} = f V_s$$

Onde:

Q = vazão que passa pela unidade, em m³/s

A = área superficial útil da zona de decantação, em m²

f = fator de área, adimensional

V_s = velocidade de sedimentação, em m/s

5.10.3.1 Em decantadores convencionais, o fator de área é igual à unidade.

5.10.3.2 Em decantadores de elementos tubulares inclinados, o fator de área é determinado pela expressão:

$$f = \frac{\text{sen } \theta (\text{sen } \theta + L \cos \theta)}{S}$$

Onde:

θ = ângulo de inclinação dos elementos tubulares, em graus

L = l/d, superior ou igual a 12, adimensional

l = comprimento do elemento tubular ou da placa, em m

d = diâmetro interno do elemento tubular ou distância entre unidades sucessivas de placas paralelas, em m

S = fator de eficiência (1,0 para placas planas paralelas, 4/3 para tubos circulares e 11/8 para tubos quadrados), adimensional

5.10.3.3 Em decantadores de elementos tubulares horizontais ou de pequena inclinação (até 8°), o fator de área é f = L/S, devendo-se tomar para cálculo de L a distância vertical entre dois elementos consecutivos.

5.10.4 A velocidade de sedimentação, determinada por meio de ensaios de laboratório, deve ser multiplicada por um fator K, conforme segue:

- a) estações com capacidade de até 1000 m³/dia, K = 0,50;
- b) estações com capacidade de 1000 a 10000 m³/dia, em que é possível garantir bom nível de operação, K = 0,70; caso contrário, K = 0,50;
- c) estações com capacidade superior a 10000 m³/dia, K = 0,80.

5.10.4.1 Não sendo possível proceder a ensaios de laboratório, as velocidades de sedimentação para o cálculo das taxas de aplicação devem ser as seguintes:

- a) estações com capacidade de até 1000 m³/dia, 1,74 cm/min (25 m³/m² x dia);
- b) estações com capacidade entre 1000 e 10000 m³/dia, em que é possível garantir bom controle operacional, 2,43 cm/min (35 m³/m² x dia); caso contrário, 1,74 cm/min (25 m³/m² x dia);
- c) estações com capacidade superior a 10000 m³/dia, 2,80 cm/min (40 m³/m² x dia).

5.10.5 A velocidade longitudinal máxima V_o não deve ser superior ao valor resultante das expressões:

- a) $V_o = (N_R/8)^{1/2} \cdot V_S$, para fluxo laminar, com número de Reynolds N_R menor que 2000;
- b) $V_o = 18 V_S$, para fluxo turbulento, com número de Reynolds N_R maior que 15000.

5.10.5.1 Não sendo possível determinar a velocidade de sedimentação através de ensaios de laboratório, a velocidade longitudinal máxima V_o , em decantadores horizontais convencionais, deve ser:

- a) em estações com capacidade até 10000 m³/dia, 0,50 cm/s;
- b) em estações com capacidade superior a 10000 m³/dia, em que é possível garantir bom controle operacional, 0,75 cm/s e, havendo ainda remoção contínua de lodo por sistemas mecânicos ou hidráulicos, 1,00 cm/s.

5.10.5.2 Em decantadores de elementos tubulares, a velocidade longitudinal máxima, para fluxo laminar, deve ser de 0,35 cm/s, e para fluxo não-laminar, de 0,60 cm/s.

5.10.6 A distribuição de água para um conjunto de decantadores de igual capacidade deve ser feita de modo que dela resultem vazões aproximadamente iguais, e vazões proporcionais para unidades desiguais; em qualquer dos casos, o desvio máximo da vazão não deve ultrapassar $\pm 20\%$ da vazão nominal de cada unidade.

5.10.6.1 Quando um conjunto de decantadores recebe água floculada do mesmo tanque de floculação, a distribuição deve, adicionalmente, satisfazer às condições:

- a) ter a entrada afogada através de abertura com dimensões tais que o gradiente de velocidade resultante seja inferior a 20 s⁻¹;
- b) ter a velocidade da água, no canal que a conduz aos decantadores, no máximo igual à metade da velocidade nas aberturas de entrada nos decantadores;
- c) nos casos em que, para satisfazer às condições a) e b), a velocidade resultante no canal seja inferior a 0,15 m/s, devem ser previstas facilidades para limpeza do canal, tais como declividade, registros de descarga ou outros.

5.10.7 A entrada de água nos decantadores deve ser feita por dispositivo hidráulico capaz de distribuir a vazão uniformemente, através de toda a seção transversal, e garantir velocidade longitudinal uniforme e coincidente em intensidade, direção e sentido com a que, teoricamente, lhe seria atribuída.

5.10.7.1 A entrada de água nos decantadores convencionais ou nos de elementos tubulares de fluxo horizontal pode ser feita por uma cortina perfurada que atenda às condições:

- a) ter o maior número possível de orifícios uniformemente espaçados segundo a largura e a altura útil do decantador; a distância entre orifícios deve ser igual ou inferior a 0,50 m;

b) estar situada a uma distância "d" da entrada, calculada por:

$$d = 1,5 \frac{a}{A} H$$

Onde:

a = área total dos orifícios, em m²

A = área da seção transversal do decantador, em m²

H = altura útil do decantador, em m

c) gradiente de velocidade nos orifícios iguais ou inferiores a 20 s⁻¹;

d) quando a parede da cortina tem espessura inferior à dimensão que caracteriza as aberturas de passagem da água, estas devem receber bocais de comprimento pelo menos igual à referida dimensão;

e) a câmara de entrada que antecede a cortina deve ser projetada de modo a facilitar a sua limpeza;

f) relação a/A igual ou inferior a 0,5.

5.10.7.2 A entrada de água nos decantadores convencionais de fluxo vertical ou nos de elementos tubulares inclinados deve ser feita por pontos, fendas ou por borda inferior de cortina, de modo a assegurar a distribuição uniforme da água em toda a área superficial do decantador.

5.10.8 A coleta de água decantada deve ser feita por um sistema de tubos perfurados submersos ou de vertedores não-afogados organizados de modo a garantir vazão uniforme ao longo deles.

5.10.8.1 As canaletas de coleta de água decantada devem proporcionar escoamento à superfície livre, ter bordas horizontais, ao longo das quais podem existir lâminas sobrepostas ajustáveis, para garantir a coleta uniforme. A colocação das lâminas deve ser feita de modo a impedir a passagem de água nas juntas com a canaleta.

5.10.8.2 O nível máximo de água no interior da canaleta deve situar-se à distância mínima de 10 cm abaixo da borda vertente.

5.10.8.3 Os tubos perfurados submersos podem descarregar em canal ou câmara, preferencialmente em descarga livre; se afogada, a carga hidráulica deve ser uniforme, visando a obter vazões iguais nas saídas do decantador.

5.10.8.4 Em decantadores convencionais e nos de elementos tubulares de fluxo horizontal, para os quais a velocidade de sedimentação V_S tenha sido determinada através de laboratório, a vazão por metro de vertedor ou de tubo perfurado de coleta deve ser igual ou inferior a:

$$q = 0,018 HV_S$$

Onde:

q = vazão, em L/s x m

H = profundidade do decantador, em m

V_s = velocidade de sedimentação, em $m^3/m^2 \times dia$

5.10.8.5 Não sendo possível proceder a ensaios de laboratório, a vazão nos vertedores ou nos tubos perfurados de coleta deve ser igual ou inferior a 1,8 L/s por metro.

5.10.8.6 Em decantadores de fluxo vertical e nos de elementos tubulares inclinados, a vazão nos vertedores ou nos tubos perfurados de coleta deve ser inferior a 2,5 L/s por metro. A distância entre as canaletas ou tubos de coleta não deve ser superior a duas vezes a altura livre da água sobre os elementos tubulares ou sobre a zona de lodo, nos decantadores de fluxo vertical.

5.10.9 O decantador com remoção manual de lodo deve apresentar as seguintes características:

- a) ser provido de descarga de fundo, dimensionada para esvaziamento no tempo máximo de 6 h;
- b) a descarga do decantador deve situar-se preferencialmente na zona de maior acumulação de lodo;
- c) o fundo deve ter declividade mínima de 5% no sentido do ponto de descarga.

5.10.9.1 Nos decantadores convencionais, com remoção manual de lodo, deve ser prevista altura adicional suficiente para acumular o lodo resultante de 60 dias de funcionamento. Nos de elementos tubulares, o lodo de dez dias.

5.10.9.2 Deve ser previsto dispositivo de lavagem por jateamento; os jatos devem atravessar o decantador na sua menor dimensão, utilizando-se requintes de 13 mm, conforme estabelecido em norma brasileira sobre instalações prediais contra incêndio sob comando.

5.10.10 A remoção hidráulica do lodo acumulado exige o fundo do decantador inclinado de ângulo superior a 50° , formando poço em forma de tronco de pirâmide ou de cone invertido, na extremidade inferior do qual deve situar-se a abertura da descarga.

5.10.10.1 As válvulas de descarga devem situar-se em local de fácil acesso, para manutenção.

5.10.10.2 A descarga, quando automática, deve conter dispositivo de ajuste do tempo de funcionamento.

5.10.10.3 A carga hidráulica de descarga deve ser igual ou superior a 1,50 m, acrescida da soma das perdas de carga na canalização desde a entrada até o ponto de descarga.

5.10.10.4 Em caso de a carga disponível não alcançar o valor fixado em 5.10.10.3, é necessário fazer a descarga por meio de bombas próprias para esse fim, devendo existir pelo menos duas, sendo uma de reserva.

5.10.10.5 A canalização para descarga de lodo, com comprimento até 10 m, deve ter diâmetro mínimo de 150 mm e, quando situada sob estruturas ou locais de difícil acesso, ou ainda, com comprimento superior a 10 m, o diâmetro mínimo deve ser de 200 mm.

5.10.10.6 Deve ser previsto dispositivo para observação das características do lodo descarregado.

5.10.11 A adoção de raspador mecânico deve obedecer às seguintes condições:

- a) ter poço de lodo com sua descarga obedecendo às condições fixadas em 5.10.10;
- b) velocidade máxima do raspador, 30 cm/min;
- c) descarga do poço do lodo sempre automática e sincronizada com o movimento do raspador.

5.10.12 Os decantadores devem ser dotados de remoção hidráulica de lodo, com ou sem dispositivo mecânico de arraste, quando o lodo acumulado é rico em matéria orgânica não-estabilizada ou outras condições demonstrem ser a descarga hidráulica mais vantajosa do que a limpeza manual.

5.10.13 Deve ser previsto destino para o lodo dos decantadores, sujeito a disposições legais e aspectos econômicos.

5.11 Filtros lentos

5.11.1 São unidades destinadas a tratar águas tipo B, ou águas que, após pré-tratamento, se enquadrem nas desse tipo.

5.11.2 A camada filtrante deve ser constituída de areia, com as seguintes características:

- a) espessura mínima de 0,90 m;
- b) tamanho efetivo de 0,25 a 0,35 mm;
- c) coeficiente de uniformidade menor que 3.

5.11.3 Na falta de areia no local, deve ser previsto tanque destinado a lavagem de areia retirada dos filtros, dotado de extravasor, descarga de fundo e entrada de água bruta e de água filtrada, sendo a areia lavada acumulada em local com capacidade para o volume correspondente a duas retiradas sucessivas.

5.11.4 A transição entre a camada filtrante e o sistema de drenagem dos filtros deve ser feita através de camada suporte, salvo com sistema drenante projetado de forma a dispensá-la.

5.11.4.1 A camada suporte, constituída de estratos com granulometria decrescente, no sentido ascendente, deve ter espessura mínima de 20 cm acima do sistema de drenagem.

5.11.4.2 A granulometria do estrato que envolve o sistema de drenagem deve ser superior às aberturas do sistema e a do estrato adjacente à camada filtrante deve ser capaz de impedir a passagem dos grãos mais finos desta.

5.11.5 O sistema de drenagem deve permitir que o filtro trabalhe com taxa uniforme, evitando percolações preferenciais.

5.11.6 Em filtro com taxa constante, a entrada deve ser feita por meio de dispositivo que distribua a água igualmente por todos os filtros.

5.11.7 Em filtro com taxa declinante, a entrada não deve restringir a vazão máxima observada com o filtro limpo, devendo porém, haver dispositivo de controle de vazão à sua saída, que pode ser a válvula de isolamento, desde que adequada ao controle de vazão.

5.11.8 A saída de água filtrada deve ser feita de modo a manter sempre uma lâmina líquida sobre a superfície do leito filtrante.

5.11.9 A taxa de filtração a ser adotada deve ser determinada por experiências em filtro-piloto, em período superior ao necessário para a ocorrência de todas as variações da qualidade da água. Não sendo possível realizar essas experiências, a taxa de filtração não deve ser superior a $6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$.

5.11.10 Devem ser previstos pelo menos dois filtros funcionando em paralelo.

5.11.11 Os filtros devem possuir dispositivo que permita esgotar as primeiras águas filtradas, após a remoção da superfície da camada filtrante colmatada.

5.12 Filtros rápidos

5.12.1 São unidades destinadas a remover partículas em suspensão, em caso de a água a tratar ser submetida a processo de coagulação, seguido ou não de decantação, ou quando comprovado que as partículas capazes de provocar turbidez indesejada possam ser removidas pelo filtro, sem necessidade de coagulação.

5.12.2 Os filtros podem ser de camada filtrante simples ou dupla, de fluxo ascendente ou descendente, sendo os de fluxo ascendente sempre de camada simples.

5.12.2.1 A camada filtrante simples deve ser constituída de areia, com espessura e características granulométricas determinadas com base em ensaios em filtro-piloto; quando os ensaios não são realizados, pode-se utilizar camada filtrante com espessura mínima de 45 cm, tamanho efetivo de 0,45 mm a 0,55 mm e coeficiente de uniformidade de 1,4 a 1,6. Outras combinações desses parâmetros podem ser utilizadas, desde que demonstrado que a eficiência do filtro não é menor que com a camada especificada acima.

Nota: Em caso de filtro de fluxo ascendente, na falta de ensaios em filtro-piloto, pode-se utilizar a camada filtrante com espessura mínima de 2,0 m, tamanho efetivo de 0,7 mm a 0,8 mm e coeficiente de uniformidade inferior ou igual a 2.

5.12.2.2 A camada filtrante dupla deve ser constituída de camadas sobrepostas de areia e antracito, com espessuras e características granulométricas determinadas por ensaios em filtro-piloto; quando os ensaios não são realizados, pode ser utilizada a especificação básica seguinte:

a) areia:

- espessura mínima da camada, 25 cm;
- tamanho efetivo, de 0,40 mm a 0,45 mm;
- coeficiente de uniformidade, de 1,4 a 1,6;

b) antracito:

- espessura mínima da camada, 45 cm;
- tamanho efetivo, de 0,8 mm a 1,0 mm;
- coeficiente de uniformidade, inferior ou igual a 1,4.

Outras combinações desses parâmetros podem ser utilizadas, desde que demonstrado que a eficiência do filtro não é menor do que com as camadas especificadas acima.

5.12.3 A camada suporte deve ser constituída de seixos rolados, com as seguintes características:

- a) espessura mínima igual ou superior a duas vezes a distância entre os bocais do fundo do filtro, porém não inferior a 25 cm;
- b) material distribuído em estratos com granulometria decrescente no sentido ascendente, espessura de cada estrato igual ou superior a duas vezes e meia a dimensão característica dos seixos maiores que o constituem, não inferior, porém, a 5 cm;
- c) cada estrato deve ser formado por seixos de tamanho máximo superior ou igual ao dobro do tamanho dos menores;
- d) os seixos maiores de um estrato devem ser iguais ou inferiores aos menores do estrato situado imediatamente abaixo;
- e) o estrato situado diretamente sobre os bocais deve ser constituído de material cujos seixos menores tenham o tamanho pelo menos igual ao dobro dos orifícios dos bocais e dimensão mínima de 1 cm;
- f) o estrato em contato direto com a camada filtrante deve ter material de tamanho mínimo igual ou inferior ao tamanho máximo do material da camada filtrante adjacente.

5.12.3.1 A camada suporte em filtro de fluxo descendente pode ser prescindida, quando o sistema coletor de água filtrada e distribuidor de água de lavagem tem características adequadas para impedir a passagem do material filtrante através de suas aberturas; neste caso, a espessura mínima da camada filtrante de areia fixada em 5.12.2.1 e 5.12.2.2 deve ser aumentada de altura igual a 1,5 vez o espaçamento existente entre os bocais do sistema coletor.

Nota: Em caso de filtro de fluxo ascendente, a espessura mínima da camada suporte deve ser de 0,40 m, sendo que cada estrato deve ter a espessura mínima de 7,5 cm.

5.12.4 O fundo do filtro deve ter características geométricas e hidráulicas que garantam a distribuição uniforme da água de lavagem.

5.12.5 A taxa de filtração a ser adotada é determinada por meio de filtro-piloto operado com a água a ser filtrada, com camada filtrante igual à dos filtros a serem construídos.

5.12.5.1 Não sendo possível proceder a experiências em filtro-piloto, as taxas máximas são as seguintes:

- a) para filtro de camada simples, $180 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$;
- b) para filtro de camada dupla, $360 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$.

Nota: Em caso de filtros de fluxo ascendente, a taxa de filtração deve ser de $120 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$.

5.12.6 O nível de água sobre a camada filtrante e o de saída do filtro são estabelecidos de modo a eliminar ou reduzir a ocorrência de pressão inferior à atmosférica no leito filtrante.

5.12.7 A vazão de água de lavagem em contracorrente deve promover a expansão do leito filtrante de 20% a 30%.

5.12.7.1 A vazão de água de lavagem deve ser previamente ajustada, em cada filtro, por elemento diferencial de pressão, que pode ser uma válvula.

5.12.8 A lavagem de filtro de fluxo descendente deve ser complementada por agitação auxiliar do material filtrante.

5.12.8.1 Em estações com capacidade até $10000 \text{ m}^3/\text{dia}$, a agitação pode ser feita manualmente com rastelo, ou com jato de água, conforme estabelecido em 5.10.9.2.

5.12.8.2 Em estações com capacidade superior a $10000 \text{ m}^3/\text{dia}$, a agitação deve ser feita hidráulicamente, na camada superficial do filtro, ou mediante a introdução de ar comprimido a partir do fundo.

5.12.9 A água de lavagem deve ficar em reservatório com capacidade mínima para lavagem de dois filtros, exceto para sistema que utilize efluente de outras unidades.

5.12.9.1 No dimensionamento do reservatório, o tempo mínimo de lavagem deve ser de 10 min e a velocidade de lavagem é a determinada conforme 5.12.7, não devendo ser inferior a 60 cm/min.

Nota: Em caso de filtro de fluxo ascendente, a velocidade mínima de lavagem deve ser de 80 cm/min e o tempo de lavagem mínimo, de 15 min.

5.12.9.2 Junto ao filtro deve existir indicação do nível de água no reservatório que mostre pelo menos os níveis máximo, médio e mínimo.

5.12.10 A água de lavagem pode provir de reservatório elevado situado em cota suficiente para garantir a lavagem em contracorrente.

5.12.10.1 O enchimento do reservatório elevado deve ser feito automaticamente, por meio de bombas ou derivações de linha de recalque. Em qualquer dos casos deve existir, instalada, uma bomba de reserva.

5.12.10.2 A vazão do sistema de recalque de água para o reservatório deve ser capaz de enchê-lo em 60 min.

5.12.10.3 Em caso de bombas de recalque afogadas, a canalização de água para o reservatório elevado pode ser conectada diretamente à linha que distribui água de lavagem para os filtros. Em caso de bombas não-afogadas, a

canalização deve ser conectada diretamente ao reservatório elevado, de forma a impedir que a água de recarga atinja diretamente a saída e facilitar o escape de ar por ventura aspirado pelas bombas.

5.12.10.4 A saída de água de lavagem deve ser feita através de dispositivo capaz de evitar a formação de vórtice ao nível mínimo do reservatório.

5.12.11 Em caso de lavagem por bombeamento direto, as bombas devem apresentar curva característica que permita o ajuste da vazão de água de lavagem.

5.12.11.1 Essas bombas devem ser instaladas obrigatoriamente afogadas, de forma a impedir, em qualquer circunstância e com toda a segurança, a ocorrência de vórtice e de cavitação.

5.12.11.2 A partida dessas bombas deve ser comandada manualmente, no local de operação dos filtros.

5.12.11.3 A canalização de água de lavagem deve ser projetada de modo a evitar ou reduzir a presença de ar.

5.12.12 A lavagem superficial pode ser feita por meio de um dos seguintes dispositivos:

- a) torniquetes dispostos de modo a cobrir o máximo de área filtrante; a pressão de trabalho deve ser no mínimo de 0,3 MPa e a vazão de $20 \text{ L}/\text{min} \times \text{m}^2$;
- b) bocais fixos dotados de orifícios, instalados com espaçamento entre 60 cm e 75 cm; o número e o diâmetro dos orifícios devem ser estabelecidos de modo que deles resultem a velocidade mínima de 3,0 m/s, a vazão entre 80 e $160 \text{ L}/\text{min} \times \text{m}^2$, e os bocais instalados a uma distância entre 5 cm e 10 cm da superfície do leito expandido;
- c) tubos horizontais espaçados de 0,80 m a 1,00 m, com perfurações separadas no sentido do comprimento de, no máximo, 20 cm; a velocidade, a vazão nos orifícios e a distância dos tubos acima da superfície do leito filtrante devem ser estabelecidas conforme a alínea b) desta seção.

Nota: Os jatos de água devem ter inclinação de aproximadamente 15° .

5.12.13 Em caso de agitação suplementar com ar, exige-se vazão de ar de 0,60 a $1,20 \text{ m}^3/\text{min}$ por metro quadrado de área do filtro e pressão de trabalho suficiente para vencer a altura da água no interior do filtro mais as perdas de carga nos condutos.

5.12.14 As calhas de coleta de água de lavagem devem ter o fundo localizado acima e próximo do leito filtrante expandido.

5.12.14.1 O espaçamento entre as bordas das calhas deve ser no mínimo de 1,00 m e no máximo igual a seis vezes a altura livre de água acima do leito expandido, não devendo, entretanto, ser superior a 3,00 m.

5.12.14.2 A seção transversal das calhas deve ser simétrica em relação ao plano longitudinal que passa pelo seu eixo. A parte inferior deve ter inclinação nos sentidos longitudinal e transversal, de modo a evitar depósito de material.

5.12.15 Filtro com uma dimensão em planta igual ou inferior a 3,00 m pode ter a água de lavagem descarregada diretamente em canal lateral, perpendicular a essa dimensão.

5.12.15.1 A borda do canal deve situar-se acima da camada filtrante expandida, à altura livre não inferior a 15% da dimensão do filtro perpendicular ao canal.

5.12.16 É admitida a reutilização de água de lavagem, desde que submetida a pré-sedimentação e cloração intensa.

5.12.17 Na primeira etapa de construção, devem existir pelo menos duas unidades filtrantes, sendo desejável o mínimo de três.

5.12.17.1 Em instalações com área filtrante total até 4 m², admite-se a existência de apenas uma unidade.

5.12.18 As paredes laterais dos filtros devem ser isentas de saliências na zona de expansão da camada filtrante.

5.12.19 No filtro, deve existir passadiço para observação do leito filtrante.

5.12.20 Os comandos dos filtros devem estar situados em área que permita o controle completo da operação.

5.12.20.1 A área de operação deve ser coberta quando o equipamento assim o exija. Seu fechamento lateral deve ficar condicionado a características climáticas locais.

5.12.21 O funcionamento dos filtros deve ser controlado por meio dos seguintes elementos:

- a) entrada de água no filtro feita através de comporta, adufa, válvula de gaveta ou válvula-borboleta;
- b) saída de água filtrada através de válvula-borboleta ou válvula de gaveta, quando sua função é somente fechamento e abertura;
- c) entrada de água de lavagem através de válvula-borboleta com dispositivo de abertura lenta;
- d) entrada de água para lavagem superficial através de válvula de gaveta ou válvula de borboleta, caso haja controle de vazão;
- e) entrada de ar para agitação suplementar através de válvula de esfera ou válvula de diafragma;
- f) saída de água de lavagem através de comportas, adufas, válvula de gaveta ou qualquer outro dispositivo de vedação.

5.12.22 A operação dos filtros deve ser controlada por meio dos seguintes elementos:

- a) dispositivos para medição de perda de carga;
- b) medidor de vazão, quando esta é controlada à saída dos filtros;
- c) tomada de água na saída de cada filtro, para determinação da turbidez.

5.13 Interligação das unidades

5.13.1 A interligação das unidades pode ser feita por meio de condutos forçados ou de condutos livres.

5.13.2 Os condutos com seção inferior a 0,50 m² devem ser constituídos de tubos pré-moldados de seção circular, salvo quando a unidade ou o processo exige conduto de seção diversa da circular ou moldado no local.

5.13.3 Os condutos livres ou canais podem ter a seção que melhor se adapte aos processos aos quais estão vinculados.

5.13.3.1 Os canais de água tratada devem ter cobertura contínua e impermeabilizada.

5.13.3.2 Nos canais cobertos, devem existir inspeções convenientemente espaçadas, além das localizadas próximas a elementos internos do canal, que exijam manutenção.

5.13.3.3 As inspeções nas coberturas, especificadas em 5.13.3.2, devem ser fechadas com tampas sanitariamente seguras.

5.13.4 Os canais não-cobertos devem ser dispostos de modo a impedir a entrada de qualquer agente prejudicial à qualidade da água transportada.

5.13.5 Canalizações instaladas sob unidades não-removíveis e em situação que torne impossível sua inspeção devem ser de ferro fundido ou aço, revestidas internamente à base de epóxi e envoltas em concreto, para sua proteção.

5.14 Órgãos de fechamento dos condutos

5.14.1 Para fechamento de condutos livres e de suas derivações, podem ser usadas comporta montada em guias completas permanentes, comporta livre, comporta segmentada, adufa, válvula de gaveta ou válvula-borboleta.

5.14.1.1 Deve ser usada comporta montada em guias completas permanentes, em caso de operações freqüentes e quando não interfiram com o trânsito de pessoas.

5.14.1.2 Deve ser usada comporta livre, em caso de operações pouco freqüentes, ou quando não possa ser usada comporta montada em guias permanentes.

5.14.1.3 Deve ser usada comporta segmentada, em caso de operações pouco freqüentes, ou quando sua localização não permita a remoção ou movimentação de comporta livre.

5.14.1.4 A adufa deve ser usada em derivações para conduto livre ou forçado, instalada na face de montante.

5.14.1.5 A válvula de gaveta deve ser usada para fechamento de derivações a jusante, e em posição que não a torne permanentemente submersa.

5.14.1.6 A válvula-borboleta deve ser usada para fechamento de derivações e regulagem de vazão, de modo que, de preferência, não fique permanentemente submersa.

5.14.2 Para fechamento de condutos forçados e suas derivações, podem ser usadas válvula-borboleta, válvula de gaveta, válvula de macho ou válvula de diafragma.

5.14.2.1 A válvula-borboleta deve ser usada para o fechamento total ou parcial de condutos forçados.

5.14.2.2 A válvula de gaveta deve ser usada para o fechamento total de condutos forçados.

5.14.2.3 A válvula de macho e a de diafragma devem ser usadas em condições de funcionamento que tornem impróprio o uso de válvula-borboleta.

5.14.3 As válvulas, comportas e adufas devem ser instaladas em local que permita a sua fácil remoção.

5.14.3.1 No caso de válvulas intercaladas em canalizações, a sua remoção deve ser possível sem necessidade de retirar mais de duas peças consecutivas.

5.14.3.2 O acesso a válvulas e comportas instaladas no interior de estruturas deve-se fazer através de inspeção, cujas dimensões permitam a sua passagem, sem que seja necessário desmontá-las.

5.14.3.3 Em caso de remoção por elevação de peça com massa superior a 30 kg, a inspeção deve situar-se preferencialmente sobre ela.

5.14.3.4 Canalizações complexas devem ser organizadas de modo a facilitar a colocação de equipamentos de manutenção.

5.14.4 As comportas, adufas e válvulas de gaveta, que, isoladamente ou formando conjunto, são operadas mais de dez vezes por mês, devem ser acionadas eletricamente ou por meio de sistema pneumático ou hidropneumático, sempre que o empuxo da água atuante ultrapasse 2500 N, ou quando sua operação manual não possa fazer-se no mesmo local de trabalho de operações concomitantes de outros órgãos.

5.14.5 A válvula-borboleta, operada mais de dez vezes por mês, cujo torque para acionamento ultrapasse 100 N.m, ou quando sua operação manual não possa fazer-se no mesmo local de trabalho de operações concomitantes de outros órgãos, deve ser acionada eletricamente ou por meio de sistema pneumático ou hidropneumático.

5.15 Casa de química

5.15.1 Casa de química é a área ou conjunto de dependências da ETA que cumpre as funções auxiliares, direta ou indiretamente ligadas ao processo de tratamento, necessárias à sua perfeita operação, manutenção e controle.

5.15.2 As seções de 5.15 a 5.20.7 referem-se a projetos de uma casa de química completa, necessária a uma ETA que trate águas dos tipos C ou D.

5.15.2.1 Estações que tratem águas dos tipos A e B podem ter, como a casa de química, dependências reduzidas e simplificadas, conforme a necessidade de cada processo específico.

5.15.3 Fazem parte da casa de química:

- a) depósito de produtos químicos;
- b) locais para preparo dos produtos químicos;
- c) locais para instalação dos dosadores de produtos químicos e para carga dos dosadores a seco;
- d) laboratório de controle operacional;
- e) centro de controle de operação;
- f) serviços administrativos;
- g) serviços auxiliares.

5.15.3.1 As partes constituintes da casa de química podem ser agrupadas no mesmo edifício ou, em casos especiais, em mais de um, impondo-se, em qualquer caso, disposição que atenda aos aspectos funcionais dos trabalhos de operação e o inter-relacionamento das diferentes partes. A circulação interna deve ser cuidada de modo a evitar passagens obrigatórias através de recintos que devem ser resguardados.

5.15.3.2 Não é permitido alojamento de pessoal na casa de química, ainda que em caráter temporário; sendo necessário prover alojamento, este não pode ser ligado diretamente à casa de química nem a qualquer parte da ETA.

5.15.4 O depósito de produtos químicos deve ter o piso situado preferencialmente 1,00 m acima da cota da área de estacionamento dos carros transportadores, devendo ser prevista uma plataforma com largura mínima de 1,50 m, destinada ao recebimento dos produtos químicos.

5.15.4.1 Cada depósito deve ter porta com largura mínima de 1,20 m, de correr ou abrindo-se para o exterior da casa de química.

5.15.4.2 A área do depósito deve permitir o livre acesso entre as pilhas de sacarias, com ventilação conveniente, para evitar excesso de umidade.

5.15.4.3 O armazenamento de produtos ensacados, com a utilização de empilhadeiras mecânicas, é possível até a altura de 3,00 m. O empilhamento manual, até a altura de 1,80 m.

5.15.4.4 Nos casos de depósitos situados externamente à casa de química, a transferência do produto armazenado deve ser feita, mesmo em período chuvoso, sem prejuízo para o produto.

5.15.5 Os locais para preparo dos produtos químicos dosados por via úmida devem situar-se próximos aos seus depósitos.

5.15.6 Os dosadores de produtos químicos com a mesma função devem situar-se na mesma área.

5.15.6.1 Os dosadores de cloro devem ser instalados em recintos próprios.

5.15.6.2 Os dosadores devem ser instalados de modo a permitir a realização de trabalhos de manutenção, sem que para isso seja necessário mover o equipamento.

5.15.6.3 Canalizações e dutos conectados aos dosadores devem ser dispostos de modo a resguardar sua integridade e não prejudicar a movimentação do pessoal.

5.15.7 Canalizações, dutos, conexões, válvulas e peças afins, em contato com produtos químicos, devem ser de material resistente a estes produtos e não devem transmitir toxicidade à água.

5.15.7.1 Os dutos e as canalizações condutoras de produtos químicos não devem ser embutidos em estruturas de concreto e paredes, devendo ser encamisados, quando necessário ultrapassá-las.

5.15.7.2 Os dutos e canalizações condutores de produtos químicos devem ter sempre inclinação, evitando-se também sifões.

5.15.7.3 As mudanças de direção de 90° devem ser feitas por meio de têis ou cruzetas, com inspeção operculada nas extremidades.

5.15.8 O laboratório deve situar-se próximo à área de dosagem.

5.15.9 Em caso de sistema centralizado de operação, por meio de instrumentação e telecomando, este deve ficar localizado próximo à área de dosagem.

5.15.10 Os equipamentos eletromecânicos devem ser instalados em áreas a eles destinadas, bem definidas, e, quando possível, agrupados em uma única área.

5.15.10.1 As áreas dos equipamentos eletromecânicos devem ser protegidas contra inundação e poeira, ser secas, bem ventiladas e ter os equipamentos dispostos de forma a facilitar os trabalhos de operação e manutenção.

5.15.11 As dependências mínimas da casa de química, para estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia, são as seguintes:

- a) depósito de produtos químicos;
- b) depósito de cloro;
- c) sala de dosagem;
- d) laboratório com mesa para serviços administrativos e anotações pertinentes à operação;
- e) instalação sanitária com chuveiro.

5.15.12 Em caso de estações com capacidade acima de 10000 m³/dia, as dependências mínimas da casa de química são as seguintes:

- a) depósito de produtos químicos;
- b) depósito de cloro;
- c) sala de dosagem;
- d) sala de dosagem de cloro;
- e) laboratórios;

f) instalação sanitária com bacia e um lavatório;

g) instalação sanitária com duas bacias e chuveiro separado, situados em área com lavatório e armários;

h) copa com área de 8 m², balcão com pia e armários e mesa para duas pessoas;

i) local para manutenção de equipamentos com 15 m² de área.

5.16 Consumo de produtos químicos

5.16.1 O consumo deve ser determinado por ensaios de laboratório.

5.16.1.1 Para dimensionamento dos dosadores, caso os ensaios não sejam realizados nas condições críticas, devem adotar-se, como mínimos, os seguintes fatores de segurança:

- a) águas de reservatórios de acumulação, 2,0;
- b) águas superficiais, 2,5;
- c) águas do tipo D, 3,0.

5.16.2 O consumo pode ser estimado por meio de dados verificados em outras estações com água de características semelhantes.

5.17 Utilização de sulfato de alumínio

5.17.1 O sulfato de alumínio pode ser fornecido sólido ou em solução. Quando sólido, pode ser moído ou granulado, ensacado ou a granel, dependendo das condições locais.

5.17.2 Deve ser previsto o armazenamento de sulfato de alumínio suficiente para atender, pelo menos, a dez dias de consumo máximo.

5.17.2.1 Em estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia, deve ser previsto armazenamento para período mínimo de 30 dias.

5.17.2.2 Em estações situadas em locais distantes dos centros produtores de sulfato de alumínio, o armazenamento deve levar em conta as dificuldades para compra e transporte do produto.

5.17.2.3 O armazenamento do sulfato de alumínio sólido, necessário a dez dias de consumo, deve ser feito em local seco, interno à casa de química, isolado de pisos e paredes e satisfazer às seguintes condições:

- a) em caso de fornecimento em sacos, estes devem ser colocados sobre estrado de madeira;
- b) em caso de fornecimento a granel, o sulfato deve ser armazenado em depósitos de material resistente à corrosão.

5.17.2.4 Estações que exijam áreas de armazenamento para período de consumo superior a dez dias podem, obedecidos os critérios estabelecidos em 5.17.2.3, ter o armazenamento complementado em área separada da casa de química.

5.17.2.5 O sulfato de alumínio em solução deve ser armazenado em tanques localizados interna ou externamente à casa de química; neste último caso, os tanques devem ser ligados à casa de química ou ao ponto de aplicação por meio de canalizações instaladas de modo a facilitar os trabalhos de inspeção e manutenção.

5.17.3 A dosagem de sulfato por via seca é permitida, quando utilizados produtos livres de umidade e de pó, com teor de acidez controlado, granulometria e demais características de qualidade uniforme, para todos os fornecimentos.

5.17.4 A forma normal de aplicação de sulfato de alumínio deve ser por via úmida, procedendo-se para isso à sua dissolução prévia, em caso de fornecimento sob forma sólida.

5.17.5 Os tanques para dissolução de sulfato de alumínio devem ter as seguintes características:

- a) volume útil mínimo total correspondente ao sulfato necessário a 12 h de operação;
- b) número mínimo de tanques, 2;
- c) teor da solução, máximo 10%, sendo necessário preparar a solução em concentração superior a 10%; deve ser previsto um sistema de diluição controlada, antes da aplicação do sulfato;
- d) cochos para dissolução de sulfato sólido localizados junto a uma das bordas do tanque e providos de chuveiro de água de dissolução;
- e) entrada adicional de água com capacidade para encher o tanque no máximo em 1 h;
- f) dispositivo de agitação para cada tanque;
- g) descarga de fundo com diâmetro mínimo de 50 mm;
- h) saída de solução colocada a 10 cm acima do fundo do tanque;
- i) piso, a partir do qual o sulfato de alumínio é tomado para ser colocado nos cochos, situado de 0,80 m a 0,90 m abaixo das bordas dos tanques.

5.17.6 Os tanques de dissolução de sulfato de alumínio sólido devem ser localizados no interior da casa de química e próximos à área de armazenamento.

5.17.7 Quando conveniente, o sulfato de alumínio fornecido em solução pode ser rediluído antes da dosagem em tanques com características análogas aos de 5.17.5, exceto no que diz respeito ao cocho para colocação de sulfato sólido.

5.17.8 Os tanques de solução de sulfato de alumínio devem ser executados ou revestidos com material resistente à corrosão e não devem transmitir toxicidade à água.

5.17.9 Podem ser usados tanques de aduelas de madeira, quando instalados em locais cobertos.

5.17.10 A solução de sulfato de alumínio deve chegar ao dosador com a pressão exigida para o seu perfeito funcionamento.

5.17.11 Quando necessário, deve ser mantida recirculação contínua de solução de sulfato de alumínio dos tanques aos dosadores com retorno para os tanques. As bombas utilizadas na recirculação devem ser instaladas junto aos tanques com sucção provida de ponto de água de diluição.

5.18 Utilização da cal

5.18.1 A cal é fornecida ensacada ou a granel. Normalmente, utiliza-se cal hidratada e, havendo disponibilidade local, pode ser utilizada a cal virgem.

5.18.2 Deve ser previsto armazenamento de cal suficiente para atender, pelo menos, a dez dias de consumo máximo.

5.18.2.1 Em estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia, deve ser previsto armazenamento para período mínimo de 30 dias.

5.18.2.2 Em estações situadas em locais distantes dos centros produtores de cal, o armazenamento deve levar em conta as dificuldades para compra e transporte do produto.

5.18.3 O armazenamento de cal deve ser feito em local seco e atendendo às seguintes condições:

a) para cal hidratada:

- se fornecida em sacos, estes devem ser colocados sobre estrado de madeira;
- se fornecida a granel, colocada em silos, de preferência;
- estações de tratamento com capacidade inferior a 10000 m³/dia podem ter área para armazenamento de coagulante e de cal, em comum;

b) para cal virgem:

- o armazenamento deve ser feito em um recinto que ofereça plena segurança contra a entrada de umidade;
- o recinto deve ser construído de material não-combustível e a cal armazenada, isolada de qualquer outro produto químico.

5.18.4 Estações que exijam áreas de armazenamento para período de consumo superior a dez dias, podem ter armazenamento complementado em área separada da casa de química.

5.18.5 A dosagem de cal hidratada por via seca deve ser feita por meio de dosadores gravimétricos e, somente em caso de qualidade uniforme, por dosadores volumétricos, sendo que:

- a) o material dosado deve ser colocado em suspensão em água, antes da sua aplicação;

- b) existindo mais de um ponto de aplicação, a dosagem para os diferentes pontos pode ser feita por meio de um único dosador, desde que exista dispositivo capaz de subdividir a suspensão em partes proporcionais às dosagens requeridas nos diferentes pontos.

5.18.6 Para dosagem por via úmida, a cal hidratada deve ser colocada em suspensão na água e armazenada em tanques, sendo que:

- a) é suficiente existir apenas um tanque específico para preparar a suspensão;
- b) devem existir pelo menos dois tanques para armazenamento da suspensão;
- c) o preparo da suspensão pode ser feito diretamente nos tanques de armazenamento.

5.18.7 A cal virgem deve ser dosada após sua extinção, por via úmida, sob a forma de leite de cal ou de água de cal. Em estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia, a cal virgem pode ser extinta em equipamento instalado na casa de química.

5.18.8 O tanque para preparo de suspensão de leite de cal deve ter as seguintes características:

- a) volume útil mínimo, em litros, igual a duas vezes o peso em quilogramas de cal, correspondente a um tanque de armazenamento;
- b) entrada de água com capacidade para encher o tanque de preparo, no máximo em 10 min;
- c) saída da suspensão preparada feita por canalização com diâmetro mínimo de 75 mm, colocada a pelo menos 5 cm acima do fundo do tanque. Logo após a saída, deve existir dispositivo capaz de reter partículas que possam causar prejuízos ao sistema de dosagem;
- d) piso, a partir do qual a cal é tomada para ser colocada no tanque, situado de 0,80 a 0,90 m abaixo da borda;
- e) fundo com declividade mínima de 2%;
- f) descarga de fundo com diâmetro mínimo de 75 mm;
- g) ser dotado de agitador com rotor situado a 0,20 m acima do fundo e potência entre 100 W/m³ e 250 W/m³. O agitador deve operar com segurança para qualquer nível de suspensão no tanque.

5.18.9 Os tanques de armazenamento de leite de cal devem ter as seguintes características:

- a) volume útil mínimo total correspondente ao necessário a 12 h de operação;
- b) número mínimo de tanques, 2;
- c) teor máximo de suspensão, 10%;
- d) ser dotado de agitador de eixo vertical com rotor situado próximo ao fundo e potência mínima de 50 W/m³;

- e) fundo com declividade mínima de 2%;
- f) descarga de fundo com diâmetro mínimo de 75 mm;
- g) saída da suspensão situada pelo menos a 5 cm acima do fundo do tanque.

Nota: Em caso de preparo da suspensão diretamente no tanque de armazenamento, deve ser observado o previsto em 5.18.8-d) e atendido o disposto em 5.18.8-g).

5.18.10 O tanque de preparo de suspensão ou os tanques para seu armazenamento, quando o preparo é feito diretamente neles, devem ser localizados no interior da casa de química, próximos à área de armazenamento de cal hidratada.

5.18.11 As canalizações de leite de cal devem ser dimensionadas para funcionar com a velocidade maior possível, preferencialmente igual ou superior a 1,00 m/s, com diâmetro mínimo de 40 mm e providas de pontos de água de diluição.

5.18.12 Quando necessário, deve ser mantida recirculação contínua de leite de cal dos tanques aos dosadores, com retorno para os tanques. As bombas utilizadas na recirculação devem ser instaladas junto aos tanques, com sucção provida de ponto de água de diluição.

5.18.13 Quando a cal hidratada é dosada sob forma de água de cal não são necessários tanques de armazenamento, devendo existir pelo menos dois saturadores de cal.

5.18.14 Os saturadores de cal devem apresentar as seguintes características:

- a) dimensões que permitam à solução saturada de cal permanecer sempre com teor de Ca(OH)₂ em torno de 1700 mg/L;
- b) formato e dispositivos de entrada de água e saída de solução adequados, para que se consiga fluxo uniforme de solução saturada;
- c) sistema que permita medir a vazão efluente;
- d) dispositivo de precisão, independente do de parada, para controle da vazão afluyente;
- e) descarga com diâmetro mínimo de 50 mm;
- f) piso, a partir do qual a cal é tomada para ser colocada no saturador, situado de 0,80 m a 0,90 m abaixo da borda;
- g) serem equipados com agitadores para homogeneizar a solução, antes do início da operação, quando as suas dimensões assim o exigirem.

5.19 Utilização de cloro

5.19.1 O cloro é fornecido em cilindros, podendo ser utilizado em estado líquido ou gasoso.

5.19.2 O consumo de cloro necessário para desinfecção da água é estimado em 5 mg/L, com o mínimo de 1 mg/L; para oxidação e preparo de compostos, é estimado de acordo com a necessidade do tratamento.

5.19.3 Em instalações com consumo superior a 50 kg/dia, deve-se prever a utilização do cloro em cilindros de 1 t e dispositivo para sua movimentação em condições de segurança.

5.19.4 O depósito para armazenamento de cloro deve ser suficiente para atender a pelo menos dez dias de consumo máximo.

5.19.4.1 Em estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia, deve ser previsto armazenamento para período mínimo de 30 dias.

5.19.4.2 Em estações situadas em locais distantes dos centros produtores de cloro, o armazenamento deve levar em conta as dificuldades para compra e transporte do produto.

5.19.5 Em instalações com consumo de até 50 kg/dia, os cilindros e os aparelhos cloradores podem ser instalados na mesma área. Em instalações de maior consumo, devem ser instalados em áreas separadas.

5.19.6 Os depósitos devem ser cobertos; se fechados com paredes em sua volta, devem ser ventilados, sendo que:

- a) deve haver ventilação natural por meio de aberturas até o piso;
- b) além da ventilação natural, deve haver ventilação forçada, produzida por exaustor ou insuflador disposto de modo a obrigar o ar a atravessar, rente ao piso, todo o ambiente a ser ventilado e com capacidade para renovar todo o ar do recinto no tempo máximo de 4 min;
- c) as chaves ou interruptores dos aparelhos devem ficar do lado de fora do recinto;
- d) as saídas de ventilação devem ser localizadas de modo a dissipar, para o lado externo da casa de química, eventuais vazamentos de cloro; a dissipação não pode incidir sobre a ventilação de outras áreas nem sobre áreas externas confinadas, mesmo que parcialmente;
- e) os cilindros devem ser protegidos da incidência direta da luz solar.

5.19.7 A área de localização dos aparelhos cloradores deve contar com os meios de segurança previstos para a sala de armazenamento de cloro.

5.19.8 A área de armazenamento de cloro e a de instalação dos cloradores devem ter portas abrindo para fora, com as partes superiores envidraçadas e dotadas de abertura de ventilação sobre o pórtico.

5.19.9 Os cilindros de cloro de 1 t devem ser armazenados ou utilizados na posição horizontal, em uma só camada, fixados por meios adequados, sendo de 0,20 m o espaçamento mínimo entre cilindros e 1,0 m a largura mínima da passagem de circulação.

5.19.10 Os cilindros com capacidade até 75 kg de cloro devem ser armazenados ou utilizados na posição vertical, diretamente sobre a superfície de apoio.

5.19.11 O controle da quantidade de cloro disponível deve ser feita por pesagem contínua ou por dispositivo indicador da pressão dos cilindros em uso.

5.19.12 As áreas utilizadas para depósito ou dosagem de cloro devem contar somente com equipamentos e produtos químicos relacionados com a cloração.

5.19.13 O uso da cal clorada ou do hipoclorito de sódio deve ficar restrito a estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia ou quando demonstrado que seu uso é mais vantajoso do que o de cloro gasoso.

5.19.14 O armazenamento de cal clorada ou hipoclorito de sódio deve ser feito em local coberto, ventilado, seco e isento de materiais combustíveis.

5.19.15 A cal clorada deve ser dissolvida previamente em água, para ser dosada por via úmida, sendo que:

- a) a concentração máxima de cal clorada na solução deve ser inferior a 10%;
- b) devem existir dois tanques de dissolução com capacidade individual mínima para 12 h de operação.

5.19.16 O hipoclorito de sódio pode ser utilizado diretamente do recipiente em que é transportado.

5.20 Laboratório

5.20.1 O laboratório é a área ou dependência da ETA que tem a função de controlar e acompanhar a eficiência do tratamento, através de análises e ensaios físicos, químicos e bacteriológicos.

5.20.1.1 No dimensionamento das instalações mínimas do laboratório, deve-se considerar a existência ou não de um laboratório central ou regional que controle a qualidade física, química e bacteriológica de diversas estações de tratamento.

5.20.1.2 Em estações com capacidade igual ou superior a 10000 m³/dia, deve ser prevista, obrigatoriamente, área para laboratório de bacteriologia. Em estações com capacidade inferior, essa área pode ser dispensada, desde que exista o laboratório de que trata 5.20.1.1 e haja condições de fácil comunicação deste com a ETA.

5.20.1.3 As análises e os ensaios físicos e químicos que, no mínimo, o laboratório deve realizar compreendem pH, alcalinidade, turbidez, cor, cloro, flúor, alumínio residual e coagulação.

5.20.2 A área mínima do laboratório deve ser de:

- a) 8 m², para estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia e dispensadas da realização de ensaios bacteriológicos, conforme 5.20.1.1; neste caso, o laboratório pode ser localizado na própria sala de dosagem, desde que isenta de pó ou vapores ácidos;
- b) 12 m², para estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia e obrigadas à realização de análises bacteriológicas, conforme 5.20.1.1; neste caso, o laboratório deve constituir compartimento independente, porém próximo da sala de dosagem;

- c) 16 m², para estações com capacidade igual ou superior a 10000 m³/dia.

5.20.3 O pé-direito mínimo deve ser de 3,0 m, com paredes internas revestidas à prova de umidade, o piso impermeável e dotado de ralo.

5.20.4 O laboratório deve ser iluminado e ventilado, com previsão para:

- a) em caso de iluminação e ventilação naturais, aberturas para áreas externas à casa de química, com área mínima de 25% da área do piso, dotadas de dispositivos que impeçam a incidência de raios solares e chuva em seu interior;
- b) em caso de iluminação artificial, garantia de iluminamento mínimo de 250 lux, para trabalhos correntes, e 500 lux, para análises, preparação de reagentes e leituras de instrumentos;
- c) composição de lâmpadas com irradiação semelhante à da luz solar.

5.20.5 As bancadas dos laboratórios devem ter 0,90 m de altura e no mínimo 0,60 m de profundidade. O comprimento mínimo deve ser de 5,0 m, para estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia e de 10,0 m, para estações com capacidade igual ou superior a 10000 m³/dia.

5.20.5.1 O espaço livre entre bancadas deve ser igual ou superior a 1,40 m.

5.20.5.2 Sob as bancadas devem ser previstos armários modulados, com área frontal mínima de 4,0 m², para estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia, e com 8,0 m², para estações com capacidade igual ou superior a 10000 m³/dia.

5.20.5.3 As bancadas, para estações com capacidade inferior a 10000 m³/dia, devem ter pelo menos uma pia com cuba de aço inoxidável medindo 0,50 m x 0,40 m x 0,40 m; estações com capacidade igual ou superior a 10000 m³/dia devem ter pelo menos duas destas pias.

5.20.6 Os pontos de utilidades (energia elétrica, gás, vácuo, água e esgoto) devem ser bem definidos, em função dos equipamentos previstos; as linhas de alimentação não devem ser embutidas em paredes, piso ou teto.

5.20.7 Recomenda-se relacionar no projeto da ETA, devidamente especificados, os equipamentos e as vidrarias necessários à execução das análises previstas para o laboratório.

5.21 Segurança

As condições mínimas de higiene e segurança do trabalho apresentadas a seguir, complementadas pelas normas brasileiras e de outras instituições nacionais e internacionais, devem ser observadas no projeto da ETA, visando a eliminar riscos de acidentes na operação de equipamentos, máquinas, circuitos elétricos e circulação de pessoal.

5.21.1 Devem existir guarda-corpos de proteção em locais de circulação com altura superior a 2,0 m, locais com altura menor porém potencialmente perigosos em casos de queda (canais com água em grande velocidade e ao redor de filtros) e em tanques com profundidade de água superior a 1,5 m.

5.21.1.1 Os guarda-corpos devem ser construídos de material rígido, capaz de resistir ao esforço horizontal de 800 N/m aplicado no ponto mais desfavorável, e ter altura mínima de 0,90 m acima do nível do piso.

5.21.1.2 Em estações passíveis de visitação pública, as partes vazadas dos guarda-corpos devem ser protegidas.

5.21.1.3 Os espaços livres, deixados nos guarda-corpos para a instalação de escadas de mão, devem ser fechados por uma corrente com gancho de mola.

5.21.2 Os locais de trabalho não devem ter piso com saliências ou depressões que possam causar acidentes durante a circulação de pessoas ou movimentação de materiais.

5.21.2.1 Pisos, escadas, rampas, corredores e passadiços, que ofereçam condições de escorregamento, devem ser de material antiderrapante ou executados por processo com resultados semelhantes.

5.21.2.2 Os pisos e os passadiços devem ter as aberturas protegidas por grades metálicas, para impedir acidentes com pessoas ou a passagem de objetos que ponham em risco a segurança das instalações.

5.21.3 Os locais de circulação eventual, como reservatório elevado, situados em alturas iguais ou superiores a 4,00 m, e as estruturas de circulação também eventual, situadas abaixo do nível do solo, a profundidades iguais ou superiores a 1,20 m, devem ser providos de, no mínimo, escada de mão fixa, tipo marinheiro.

5.21.3.1 As escadas devem ser fixadas no topo, na base e, no máximo, a cada 3,0 m. Escadas com altura igual ou superior a 6,0 m devem ser providas de gaiolas de proteção, desde 2,0 m acima do piso até 1,0 m acima do último degrau. Devem ser instaladas plataformas intermediárias para cada lance de 9,0 m.

5.21.3.2 Os degraus devem ter espaçamento uniforme de, no máximo, 30 cm em toda a altura da escada; o comprimento mínimo do degrau deve ser de 40 cm e o espaço livre atrás da escada não inferior a 18 cm.

5.21.4 Os locais em que possam ocorrer pingos ou respingos de produtos químicos devem contar com chuveiro de emergência. Um lava-olhos deve ser incluído na instalação, especialmente onde se trabalha com ácidos ou álcalis fortes.

5.21.5 As máquinas e os equipamentos devem ter as transmissões de força enclausuradas em sua estrutura ou devidamente isoladas por protetores adequados que devem ser fixados firmemente à máquina, ao equipamento, ao piso ou a qualquer outra parte fixa, por dispositivo que, em caso de necessidade, permita a sua retirada e recolocação imediata.