

Norma Provisória Brasileira para Projetos de Estações de Tratamento de Água para Abastecimento Público

Norma aprovada pelo IV Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária (com a participação da CEDAG, DONS, F.SESP, SUDENE e UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO).

1. Conceito — Considera-se Estação de Tratamento de Água o conjunto de unidades destinadas à correção da qualidade da água, podendo compreender, em parte, os seguintes processos: sedimentação simples, aeração, coagulação, decantação, filtração, desinfecção, alcalinização, fluoretação, amolecimento e remoção de impurezas prejudiciais.

2. Projeto — Uma Estação de Tratamento, quando necessária, é sempre obra de grande importância em um sistema de abastecimento de água, exigindo por isso cuidadoso planejamento. Na preparação do seu projeto deve participar pelo menos um engenheiro com experiência na técnica de purificação da água. A elaboração do projeto detalhado, com as especificações necessárias, deverá preceder qualquer iniciativa de aquisição de equipamentos ou de contratação de obras. Uma estação de tratamento de água deve ser projetada em função da qualidade da água e das condições locais.

O projeto deverá compreender as seguintes partes:

- a) Estudo da qualidade da água. Análises e Exames. Ensaio de laboratório. Inspeção sanitária do manancial. Interpretação: Indicação justificada dos processos de tratamento;
- b) Projeto propriamente dito, compreendendo plantas, cortes e desenhos de detalhes;
- c) Memorial descritivo e justificativo;
- d) Especificações para os materiais e equipamentos (inclusive de laboratório);
- e) Especificações e recomendações para a construção civil (inclusive instalações);
- f) Orçamento.

3. Qualidade da água — O conhecimento satisfatório da qualidade da água a ser tratada, e da sua variação durante o ano, é requisito essencial para a

elaboração do projeto. O projeto deverá ser acompanhado de resultados de análises e exames correspondentes, sempre que possível, a períodos distintos do ano.

O Memorial descritivo deverá incluir a interpretação dos resultados das análises disponíveis.

4. Condições locais — São muitos os fatores locais que deverão ser levados em conta ao se projetar uma instalação de tratamento: características do sistema de abastecimento que influenciam a escolha do local para a estação (junto ao manancial, junto à cidade, em ponto intermediário, em conta elevada) topografia, disponibilidade de terreno, área, condições do solo, condição de acesso, fornecimento de energia elétrica etc. Além disso deverão ser considerados também a existência de pessoal qualificado, a sua habilidade e os recursos locais para manutenção.

Deverão ser investigados e indicados: condições do subsolo, nível de água no lençol freático e o nível máximo de inundação quando fôr o caso.

5. Capacidade das Instalações — As Estações de Tratamento de água deverão ser projetadas, com capacidade para fornecer o volume de água diário, previsto para atender à demanda nos dias de maior consumo.

O projeto deverá ter um alcance de pelo menos 20 anos, com uma programação cuidadosa para execução por etapas e com uma previsão para eventual expansão futura (disposição das unidades e área de terreno).

6. Compacidade — Com o objetivo de limitar a área ocupada, reduzir o volume de estruturas (concreto armado) e a extensão das tubulações e canais, assim como facilitar a operação e reduzir custos, as instalações devem ser projetadas com disposição compacta, grupando-se convenientemente as unidades.

7. **Aeração** — A aeração das águas será prevista quando a interpretação das análises e os resultados dos ensaios de campo ou de laboratório indicarem a sua necessidade ou a vantagem do seu emprego. São feitas as seguintes recomendações para os tipos mais comuns de aeradores:

- a) **Tipo Cascata** — No mínimo 3 plataformas separadas de 0,25 a 0,50 m. Taxa máxima de aplicação 900 m³/m² dia, em relação à área de projeção.
- b) **Tipo Tabuleiro** — No mínimo 4 tabuleiros separados de 0,25 a 0,50 m. Taxa máxima de aplicação: 900 m³/m² dia, em relação à área de projeção.
- c) **Tipo Repuxo** — Tempo de exposição no mínimo 1,5 seg. A pressão da água deverá ser inferior a 5,000 m, excetuados os casos em que forem aplicados bocais especiais. A vazão por bocal deverá estar compreendida dentre 2,5 a 10 litros/seg., dependendo do tipo de bocal utilizado.

Deverá ser considerada a proteção contra ventos para evitar perdas de água.

Deverão ser previstos os dispositivos para isolar os aeradores ("by-passes").

8. **Sedimentação Simples** — (sem reagentes): A sedimentação simples somente será considerada no caso em que as águas apresentam turbidez muito elevada.

As bacias ou tanques de sedimentação serão projetadas para remover partículas grosseiras e silte.

A taxa de aplicação deverá ser estabelecida de acordo com as características das partículas a remover, estando geralmente compreendida entre 5 e 80 m³/m² dia.

Observação: Admite-se que a remoção de areia seja feita na tomada de água (taxas de aplicação superficial de 800 a 1.600 m³/m² dia).

9. **Mistura Rápida** — A dispersão dos reagentes químicos na água pode ser feita:

- a) Em ressaltos hidráulicos (vertedores Parshall adaptados, por exemplo). A água deverá atingir uma velocidade acima de 2 m/seg. e ao sair deverá encontrar uma corrente que se mova com cerca de 0,75 m/seg.
- b) Em câmaras equipadas com agitadores mecânicos. O período de detenção nas câmaras de agitação deverá ser superior a 20 seg.

10. **Floculação** — A agitação lenta da água deve ser feita com um período de detenção de pelo menos 20 minutos. As câmaras de floculação deverão ser dotadas de canalização de descarga para esgotamento.

a) **Floculadores mecânicos** — A velocidade periférica das pás ou palhetas não deve ultrapassar 0,70 m/seg.

b) **Floculadores não mecanizados** — A velocidade da água deverá ser superior a 0,12 m/seg. e não deverá ultrapassar 0,60 m/seg. Nas câmaras dotadas de chicanas com escoamento vertical de água, a velocidade geralmente não ultrapassa 0,35 m/seg. Nas instalações tipo "Alabama" deverão ser asseguradas velocidades adequadas para a água e a profundidade útil não deverá exceder de 3,00 m.

11. **Dosagem e Aplicação de Reagentes** — Caberá aos projetistas a decisão sobre a forma de dosagem: por via úmida ou a seco, decisão esta que deverá ser justificada, após o estudo dos fatores técnicos e econômicos relacionados com a sua aplicação, tais como: qualidade dos reagentes químicos produzidos na região, facilidade de aquisição, preços, sistemas de dosagem, condições de transporte e de armazenamento, umidade do ar etc.

As estações de tratamento devem ser projetadas no mínimo com 4 dosadores, sendo 2 para o coagulante (sulfato de alumínio) e 2 para o álcali (cal). Os dosadores devem ser dimensionados com capacidade para o tratamento satisfatório da água nas ocasiões mais desfavoráveis.

Os dosadores devem ser localizados em cota adequada, nas proximidades dos pontos de aplicação dos reagentes e devem ser facilmente acessíveis. Deve-se procurar evitar os inconvenientes da poeira dos reagentes.

No caso de dosagem e aplicação ser feita por via úmida, deverão ser previstos pelo menos dois tanques de sulfato de alumínio, cada um com capacidade para funcionar pelo menos durante 10 horas, com a maior dosagem mensal. A concentração máxima de solução será de 6%.

A cal poderá ser aplicada sob a forma de suspensão ou de solução. No primeiro caso deverão ser previstos um extintor mecânico e no mínimo 2 tanques de suspensão, com agitação mecânica e capacidade para 10 horas de funcionamento, com uma concentração máxima de 10%. Para a preparação da água de cal (solução), serão necessários 2 saturadores dimensionados com taxas de escoamento inferiores a 50 m³/m² dia.

As tubulações para a condução dos reagentes para os pontos de aplicação deverão ser de material resistente à corrosão e deverão ser curtas e inspecionáveis em toda a extensão.

A critério das autoridades responsáveis ou do projetista poderá ser prevista a aplicação de outros compostos químicos, como por exemplo: compostos de fluor, agentes auxiliares da coagulação etc.

12. **Depósitos para Produtos Químicos** — As estações deverão contar com depósitos de reagentes,

em local sêco e de fácil movimentação, com capacidade suficiente para armazenar a quantidade total a ser consumida entre recebimentos consecutivos, com a necessária margem de segurança. A quantidade mínima a ser considerada deverá atender às necessidades durante 60 dias.

Deverão ser estabelecidos os sistemas e meios para o transporte e manuseio dos produtos químicos.

13. Decantação Clássica — Os decantadores convencionais podem ser de seção retangular, quadrada ou circular.

O número de decantadores depende de diversos fatores, tais como o tamanho da estação, número de etapas, forma e condições do terreno e da operação.

Deverão ser previstos pelo menos dois decantadores na primeira etapa de execução, excetuados casos especiais de pequenas instalações, com decantadores tipo Dortmund, com possibilidade de autolimpeza.

A taxa de aplicação superficial deverá ser inferior a $35 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dia.

O período de detenção deverá estar compreendido entre 2,0 e 4,0 horas, levando-se em conta o volume ocupado pelos lodos.

Quando houver necessidade poderão ser adotados equipamentos mecânicos de limpeza para os decantadores, após a sua justificação técnica e econômica.

Os decantadores deverão ser projetados de maneira a tornar mínimos os efeitos de curto-circuito. Para êsse fim, a relação comprimento/largura nos decantadores de seção retangular, deverá igualar ou exceder a 2.25:1 e a água deverá ser convenientemente distribuída na entrada dos tanques. Nos vertedores de saída a vazão não deverá superar a 7 litros/seg. por metro.

Os decantadores deverão ser providos de facilidade para limpeza, incluindo linha de água sob pressão com hidrantes. A declividade do fundo deverá ser superior a 4%, no sentido dos drenos ou canaletas de limpeza.

A descarga para limpeza deverá ter uma seção de pelo menos 0,01% da área do decantador.

14. Decantação Acelerada — As unidades de fluxo vertical, que promovem a floculação e a decantação, conhecidas como unidades aceleradas ou compactas, somente serão adotadas nos casos em que houver comprovação da sua vantagem técnica e econômica.

Caberá ao projetista justificar a sua adoção em face da qualidade da água, com base em custos de construção e de operação, levando em conta despesas de manutenção.

Não se recomendam unidades dêste tipo para instalações com vazão horária variável, e também quando se verificar grande e rápida variação de tur-

bidez da água a tratar. A sua adoção estará sempre condicionada ao contínuo e seguro fornecimento de energia elétrica.

Deverão ser previstas no mínimo duas unidades na primeira etapa de construção, e a taxa de aplicação não deverá exceder a $75 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dia.

As especificações deverão exigir que a montagem e a operação inicial, durante pelo menos 3 meses, fiquem sob a responsabilidade do fornecedor dos equipamentos.

15. Redução da Dureza — Para as águas que apresentarem dureza acima de 200 mg/litro, será considerada a aplicação de processos de amolecimento, competindo ao projetista o estudo pormenorizado da questão.

16. Filtros Rápidos — Excetuados casos especiais, a filtração rápida das águas será feita em filtros de gravidade.

Devem ser previstas pelo menos três unidades filtrantes e excepcionalmente duas.

A taxa de filtração dependerá da qualidade da água, das características da instalação e dos recursos de operação e controle. A taxa normal será de $120 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dia, podendo, a critério do projetista, elevar-se até $180 \text{ m}^3/\text{m}^2$ dia, mediante justificação adequada.

O meio filtrante deve ser normalmente constituído de areia silicosa limpa ou de carvão duro (antracito), fino e limpo, com espessura compreendida entre 0,60 e 0,75 m.

A granulometria deverá apresentar um tamanho efetivo entre 0,40 e 0,80 mm e coeficiente de uniformidade inferior a 1,7.

A camada de areia deverá sustentar-se em leito do pedregulho com dimensões e características de acordo com o sistema de fundo de filtro adotado.

O fundo dos filtros deverá ser projetado de maneira a distribuir satisfatoriamente a água para lavagem.

Os filtros devem ser dotados de dispositivos que mantenham o nível de água, que assegurem o regime de filtração e que indiquem a perda de carga.

Os dispositivos de lavagem superficial do tipo giratório são recomendados para tôdas as instalações com mais de quatro filtros, excetuando-se os casos em que a lavagem é feita com ar e água.

As dimensões dos filtros em planta deverão ser estabelecidas em função das características do sistema de fundo e dos equipamentos de lavagem.

A lavagem dos filtros por inversão da corrente deverá ser feita com uma vazão capaz de assegurar a expansão satisfatória da areia, não devendo ser inferior a $1.000 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 24 horas, excetuados os casos em que é feito a lavagem com ar e água.

A água para lavagem pode ser suprida por um reservatório elevado, por bombas especiais ou por

uma linha de recalque de água tratada. A modalidade a ser adotada deverá levar em conta as condições locais, técnicas e econômicas.

O reservatório de água de lavagem deve ter capacidade para permitir a lavagem completa de um filtro durante pelo menos 10 minutos. O fundo do reservatório deverá ficar pelo menos a 7,50 m acima do tampo das calhas de água de lavagem.

Nas pequenas e médias instalações, as bombas (no mínimo duas) que elevam a água para o reservatório de lavagem, deverão ter capacidade para fornecer o volume de água correspondente à lavagem de 1 filtro em 90 minutos.

A canalização de água para lavagem deve ter um dispositivo de reguladores (registro), válvula tipo borboleta ou controlador de vazão.

O comando hidráulico deve ser previsto para as válvulas com mais de 300 mm de diâmetro.

Velocidades máximas admitidas nas canalizações e comportas:

água decantada	0,60 m/seg.
água filtrada	1,30 "
água para lavagem	3,60 "
água da lavagem (descarga)	1,80 "

O projetista deverá estudar cuidadosamente o problema da descarga e do destino das águas de lavagem dos filtros e dos decantadores.

O corredor de comando deverá ser projetado de maneira a oferecer boas condições de visibilidade para os filtros a fim de facilitar o controle da operação de lavagem. A galeria de canalizações deve ser suficientemente ampla para a instalação de canalizações e movimentação de peças.

17. Filtros Lentos — A aplicação de filtros lentos deverá ser considerada preferentemente no caso de instalações pequenas, para tratamento de águas pouco coloridas e de baixa turbidez.

Deverão ser previstas pelo menos duas unidades.

A altura da caixa dos filtros não deverá ser inferior a 2,75 m e a espessura da camada de areia deve medir pelo menos 1,00 m.

A taxa de filtração deverá ser estabelecida de acordo com as características da água, não devendo exceder 5 m³/m² dia.

A areia a ser empregada deverá ter uma granulometria que satisfaça às condições seguintes:

Tamanho efetivo

Coefficiente de uniformidade inf. a 3

18. Desinfecção — É indispensável a desinfecção de todas as águas superficiais, tratadas ou não, e de todas as águas subterrâneas suspeitas ou de qualidade objetável.

A desinfecção da água tratada deverá ser feita com o emprego do cloro ou de seus compostos.

A aplicação de compostos de cloro em solução somente se recomenda para instalações pequenas.

As estações que utilizam o cloro devem contar com dois aparelhos cloradores, um deles com capacidade adequada para aplicar a quantidade de cloro necessária nas condições de maior demanda.

Os aparelhos cloradores deverão ter capacidade mínima para aplicar a quantidade de cloro necessária nas condições de maior demanda.

Os aparelhos cloradores deverão ter capacidade mínima para aplicar pelo menos 1,5 mg/litro.

O tempo de contato mínimo para ação do cloro deve ser de meia hora.

Devem ser previstas balanças para pesar os cilindros de cloro.

Nas instalações que consomem mais de 100 kg de cloro por dia é recomendado o uso de cilindros de 1 tonelada.

O compartimento de cloração deverá ter boa ventilação, saída fácil e dispositivo de exaustão forçada do ar.

19. Laboratório — Em todas as instalações públicas deverão ser projetados laboratórios de controle operacional.

Os equipamentos e aparelhos de um laboratório mínimo deverão constar dos projetos, para aquisição obrigatória.

20. Canais e Canaletas — Os canais e canaletas deverão ser dimensionados de maneira a manter velocidades convenientes e a limitar as perdas de carga e valores admissíveis.

Normalmente as velocidades médias são as seguintes:

Água bruta, após a mistura rápida	— 0,60 a 0,80 m/seg.
Água floculada	— 0,15 a 0,45 "
Água decantada	— 0,30 a 0,60 "
Água filtrada	— 0,60 a 1,30 "

As condições de escoamento deverão ser verificadas para as diversas etapas e condições de funcionamento.

21. Aparência Geral — Uma estação de tratamento de água é uma das raras partes aparentes de um sistema de abastecimento de água (que pode e deve ser visitada pela coletividade).

Sem cair em exageros deve o projetista tirar partido das possibilidades que frequentemente se apresentam para realizar uma obra de bom gosto, da qual a população possa vir a orgulhar-se.

Os conjuntos eficientes e agradáveis oferecem um incentivo à boa manutenção.

Os projetos devem relacionar-se com a planificação da área circunvizinha, vias de acesso etc.