

# Instruções para Elaboração de Projetos de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários

## I — GENERALIDADES

1 — Os projetos de instalações destinadas ao tratamento de esgotos sanitários nas cidades do interior do Estado, serão sempre elaborados observando-se os dados e as peculiaridades locais, tais como, população servida, volume e natureza dos esgotos, localização topográfica das instalações, natureza e utilização das águas receptoras dos esgotos, etc..

2 — Será fixada pela Diretoria de Engenharia a orientação geral dos estudos e projetos, devendo a sua elaboração ser procedida de acôrdo com as presentes instruções.

3 — Após a coleta de dados topográficos, de procedidas as medições e análises dos esgotos e das águas que os receberão, bem como outras investigações necessárias, de acôrdo com estas instruções, e após estudos preliminares, os autores apresentarão à Diretoria de Engenharia, um ante-projeto das instalações, bem como um relatório sucinto sôbre as mesmas.

4 — Depois da apresentação dêsse primeiro trabalho, será firmada, por aquêle órgão, a orientação a seguir pelos autores na elaboração dos projetos definitivos.

Após a entrega dêstes, ainda ficarão sujeitos às modificações que a Diretoria de engenharia julgar necessárias, sendo êles devolvidos para as alterações necessárias, sem o que não obterão aprovação definitiva.

Na elaboração dos projetos, serão considerados dentre outros, os seguintes itens:

5 — *Vazão do efluente*: — Quando já existir rêde de esgotos em funcionamento, será medida a descarga dos emissários, de modo a ser ter a curva de sua variação horária em 24 horas; quando ainda não existirem esgotos na cidade considerada, o volume das descargas será calculado de acôrdo com a água a ser distribuida, sendo considerada uma distribuição mínima de 200 l/capita/dia, da qual pelo menos 85% serão considerados como sendo coletado pelos esgotos. Serão além disso, levadas em consideração a água de infiltração, e as águas industriais, quando o seu caráter permitir o despejo na rêde de esgotos.

Será feita a verificação das condições de funcionamento de todos vâvel data da inauguração da estação.

As instalações deverão ter folga suficiente para atender ao aumento das vazões pelo prazo de 10 a 15 anos; não convêm, entretanto, que a sua capacidade ultrapasse de 60% a vazão média inicial.

Será considerada *vazão inicial* a descarga prevista para a pro- os órgãos da estação com as vazões iniciais, especialmente em seus

valores horários mínimos, convido notadamente a verificação do funcionamento dos tanques de sedimentação, das canalizações e instalações de recalque.

O projeto deverá ser elaborado de modo a serem deixados espaços vagos suficientes para a intercalação futura de novas unidades, capazes de permitir a duplicação da capacidade inicial, ou ampliação ainda maior quando se trate de cidades de crescimento excepcional; os claros deixados deverão permitir facilidade de construção e de conexões das novas unidades. Estas serão desenhadas em pontilhado, com a palavra "futuro".

6 — *Detalhes estruturais:* — De um modo geral, serão distinguidos nos contratos assinados com as Prefeituras dois tipos de projetos:

- a) projetos completos somente quanto à parte hidráulica, biológica, química e sanitária;
- b) projetos completos, incluindo cálculos de estabilidade e resistência das fundações e estruturas, detalhes das armaduras de concreto armado e demais dados construtivos para execução.

A menos que haja urgência para o início da construção da estação de tratamento, e que se faça portanto, e que se faça portanto menção especial no contrato, fica entendido que os projetistas deverão apresentar somente os trabalhos do item *a*; os trabalhos do item *b* serão objeto de um novo contrato a ser lavrado após a aprovação dos trabalhos do primeiro item, e preferivelmente por ocasião da construção das instalações.

7 — *Tipo de tratamento:* — Estudo cuidadoso deve ser feito sobre este assunto, devendo o grau de tratamento ser determinado de modo a satisfazer aos interesses sanitários, não somente do município em questão, mas de todos os que possam ser afetados pelos despejos.

Os fatores mais importantes a considerar são:

- a) volume e natureza dos esgotos;
- b) caudal, regime e capacidade de auto-depuração do curso d'água receptor;
- c) possível existência, a jusante do lançamento dos esgotos, de tomadas d'água para abastecimento de cidades, vilas ou instituições, bem como a existência de balneários ou de clubes para esportes aquáticos;
- d) localização da estação em relação à cidade, previsão de odores, proliferação de moscas, etc.;
- e) efeito de despejos industriais prováveis;
- f) custo da energia elétrica;
- g) tipo de operação mais adequado aos recursos técnicos e de pessoal na cidade;
- h) capacidade financeira do município quanto às despesas de manutenção e operação, bem como ao pagamento de juros e amortização;

- i) requisitos especiais de tratamento quando se tratar de estâncias climatéricas, sanatórios, hospitais, etc..

8 — *Novos processos, métodos e equipamentos:* — Nos projetos de instalações municipais destinadas a efetuar o tratamento de esgotos, não poderão ser incluídos métodos de tratamento ainda não usados com sucesso no país ou no estrangeiro. Não será permitida a inclusão de processos de tratamento patenteados; entretanto, se houver razões muito fortes para sua adoção, serão os mesmos apresentados à parte, como alternativa da solução principal.

9 — *Localização da estação:* — Em geral, e afim de evitar reclamações de moradores próximos, as instalações de tratamento deverão ser localizadas o mais longe possível de qualquer área construída ou que o venha ser em futuro próximo. — Se for inevitável a localização em lugar construído, deverão ser tomadas providências para se evitar a produção de mau cheiro e proliferação de moscas, projetando-se instalações de tipo apropriado, como por exemplo, filtros biológicos fechados, queimadores do gás quando este não for aproveitado, desodorização pelo cloro, etc..

A estação deverá ser projetada em local não atingido por enchentes; as cotas atingidas pelas maiores enchentes deverão figurar entre os dados da planta do terreno, consignando-se também a data aproximada de sua ocorrência.

Deverá ser reservada para a estação de tratamento a maior área de terreno que for possível, compatível com a sua localização.

10) — *Disposição das unidades de tratamento — Diagrama de funcionamento:* — As partes componentes da estação deverão ser localizadas de modo a permitir a maior flexibilidade de combinação entre si, atender aos casos de emergência em que algumas das unidades sejam postas temporariamente fora de uso, deixando-se espaços vagos para intercalação de futuras unidades (duplicando a capacidade inicial) e também ter em vista um funcionamento econômico.

Será apresentado um diagrama de funcionamento, abrangendo todas as unidades e canalizações principais, sendo indicadas as suas ligações, e o sentido de escoamento dos líquidos.

Esse diagrama será apresentado em planta e perfil, sendo então marcadas as cotas principais, declividades, etc.

Serão previstos "by pass", de modo a atender descargas de emergência. Devem eles ser colocados em pontos tais, que permitam tratamento parcial nos casos em que unidades secundárias sejam postas fora de uso em virtude de acidentes ou de outras causas. No "by pass" principal de entrada da estação deverão ser colocadas grades de retenção de detritos maiores.

Os desenhos do diagrama não precisam ser coloridos. Na prática, entretanto, será de utilidade a adoção da seguinte convenção para a pintura dos encanamentos:

- |             |                           |
|-------------|---------------------------|
| 1 — Esgotos | — verde                   |
| 2 — Lodos   | — frescos — amarelo       |
|             | digeridos — marron escuro |

- 3 — Gás — vermelho
- 4 — Ar comprimido — cinzento
- 5 — Água potável — azul
- 6 — Água aquecida — prateado.

As tubulações e canais deverão ser projetados com liberalidade sem que isso prejudique o funcionamento inicial ou durante as menores vazões. Os canais deverão ser, sempre que possível, de fundo arredondado, especialmente nas curvas, tendo-se sempre em vista evitar o acúmulo de detritos.

11 — *Despejos industriais*: — Todos os coeficientes e indicações dados nestas especificações, referem-se aos esgotos domésticos.

A existência de despejos industriais que possam ser lançados na rede domiciliar, será considerada à parte; deverão ser coligidos dados completos sobre os mesmos, especialmente com respeito à quantidade, e aos característicos físicos e químicos, necessários ao projeto de instalações adequadas.

Quando os despejos industriais não puderem ser lançados nos esgotos domiciliares sem tratamento prévio, à municipalidade competirá agir junto à indústria responsável, conforme a legislação vigente, ficando assim dispensado o projetista do estudo do respectivo tratamento.

12 — *Aparêlhos medidores*: — Serão adotados, para controle de quantidade de esgotos na entrada da estação, devendo, sempre que possível, ser do tipo registrador.

13 — *Registros*: — Deverão ser previstos, sempre que possível, registros de fundo, para esgotamento das unidades.

14 — *Laboratórios*: — As instalações deverão sempre incluir um laboratório químico para controle do funcionamento de acordo com a importância da estação e recursos financeiros.

15 — *Materiais de construção*: — Na escolha dos diversos materiais de construção de cada parte das instalações, será levada em consideração a ação corrosiva dos esgotos e respectivos gases.

16 — *Água potável*: — Deverá ser prevista a instalação de abastecimento de água potável na estação, para uso do laboratório, instalações sanitárias, limpeza, etc.. Serão tomadas porém, tôdas as precauções contra a contaminação das redes urbana e da estação. Para esse fim será aconselhável a instalação de um reservatório próprio, abastecido por meio de uma válvula de bóia, havendo um "ladrão" em nível inferior ao da entrada da água. Além dessa precaução ou outra equivalente, convirá a instalação, em duplicata, de válvulas de segurança de bronze na linha adutora, logo na entrada da estação.

17 — *Instalação sanitária*: — Salvo casos especiais, toda estação de tratamento será dotada de instalações sanitárias com W. C., lavatório e chuveiros.

18 — *Equipamento*: — As especificações da estação deverão conter uma lista completa do equipamento mecânico, de ferramentas e acessórios, inclusive do equipamento do laboratório, necessário à sua boa operação.

19 — *Acabamento*: — As instalações deverão ser projetadas de modo oferecer aparência agradável, tendo-se em vista o lado estético e arquitetônico, não só dos edifícios como do conjunto. Todos os espaços vazios serão ajardinados, ou, pelo menos, regularizados e gramados.

Precauções serão tomadas para a coleta de águas pluviais de modo a se evitar a formação de enxurradas e a sua penetração nos filtros biológicos, leitos de secagem, etc. .

Quando a estação estiver localizada em área residencial, maiores serão os cuidados para tornar a sua aparência agradável, na arquitetura de seus prédios, na localização simétrica das suas unidades, na disposição das passagens, no ajardinamento, etc. . Cêrcas vivas e arborização nas divisas do terreno servirão para disfarçar a sua localização e evitar o carreamento brusco de odores pelo vento.

20 — *Segurança*: — Serão tidas em conta as precauções necessárias para a proteção de operadores e visitantes.

As escadas serão sempre dotadas de corrimãos, os poços e tanques providos de gradís nos pontos de passagem frequente. Os locais perigosos conterão taboetas de aviso, principalmente para fumantes nas proximidades de gasômetros, digestores, etc. .

Em grandes instalações deverá haver equipamento para socorro médico de emergência.

## II — GRADES E TRITURADORES

Os dispositivos para gradeamento e trituração dos detritos serão preferivelmente localizados na entrada da estação ou antes das instalações de recalque.

Em grandes instalações, será preferível a utilização de grades com mecanismo de limpeza, bem como de aparelhos trituradores do material coletado, e, nesse caso, essas máquinas deverão ser instaladas dentro de edifícios.

No caso das instalações acima não serem montadas em duplicata, deverá ser conservada, para emergência, uma grade de limpeza manual.

As grades de limpeza manual deverão ter 2 a 5 cm. de abertura livres entre as barras, com uma inclinação de 30° a 45° sobre a horizontal. As grades serão projetadas de modo tal que a velocidade dos esgotos seja de cerca de 0,60 m/s. entre as barras.

Junto da grade colocar-se-á uma plataforma perfurada para drenagem e remoção dos detritos, sendo indicado no relatório, o destino dado aos mesmos.

As grades deverão ser colocadas em local facilmente acessível para limpeza e reparos; quando isto não for possível, serão projetados dispositivos especiais de remoção fácil dos detritos.

Deverá ser prevista boa ventilação, natural ou artificial, sempre que a localização dos trituradores ou grades, por circunstâncias desfavoráveis, for feita em lugares profundos e fechados.

### III — CAIXAS DE AREIA

As caixas para retenção de areia deverão sempre preceder aos tanques de sedimentação bem como às instalações de recalque. O seu uso poderá ser dispensado apenas nos casos em que a quantidade de areia nos esgotos seja comprovadamente desprezível.

As principais exigências para êsse órgão de tratamento serão as seguintes: — O número de canais e sua secção transversal, deverão ser determinados de modo que, com a vazão horária mínima inicial, a velocidade dos líquidos permaneça acima 0.20 m/s. e com a vazão máxima ao fim do plano, seja inferior a 0.40 m/s. devendo a velocidade média ser de aproximadamente 0.30 m/s. Para êsse fim poderão ser projetadas unidades em paralelo, para serem ligadas conforme as variações horárias. É aconselhável o uso de dispositivos reguladores da velocidade, tais como o vertedor Parshall, o vertedor proporcional, etc. .

As caixas de areia terão comprimento tal que haja tempo suficiente para sedimentação de tôdas as partículas de areia de diâmetro igual ou maior de 0.20 mm.

Será previsto um espaço adequado para a acumulação de material decantado, de acôrdo com o volume produzido e o número de limpezas por mês, nas condições normais de funcionamento.

O tipo de câmara deverá permitir fácil drenagem e remoção de material.

Deverá ser estudado, conforme as circunstâncias locais, o melhor destino para o material decantado, sendo o assunto referido no relatório.

As grades de limpeza mecânica serão adotadas somente em grandes instalações ou casos especiais.

### IV — FOSSAS SÉPTICAS

Devido à ineficiência e dificuldade de operação, não é permitida a inclusão de fossas sépticas em projetos ou instalações de tratamento de esgotos municipais; o seu uso ficará limitado a instalações com capacidade até 100 pessoas, situadas nas zonas não servidas de esgotos, suburbanas e rurais.

O tratamento dado pelas fossas será, sempre que possível, completado por meio dos campos de nitrificação. Os esgotos serão distribuídos por meio de manilhas perfuradas ou de "junta seca", assente de modo que o tópo das mesmas fique a uma profundidade entre 0.25 m e 0.60 m abaixo da superfície do solo.

As manilhas serão assentes dentro de uma camada de 0.30 m de material apropriado, tal como, pedra britada, pedregulho ou escória de carvão "coke".

Para fins de rearejamento da massa filtrante, a descarga do efluente das fossas para os drenos será feita de modo intermitente, por meio de tanques fluxíveis.

As fossas sépticas podem ser consideradas como um dos mais rudimentares aparelhos de tratamento. Um dos seus principais defeitos

é a realização das operações de sedimentação e de digestão em um único compartimento, provindo daí, em maior parte a sua ineficiência.

Por êsse motivo o seu uso deverá ser evitado, substituindo-se-as por processos mais modernos e instalações devidamente projetadas.

Mesmo para pequenas instalações aconselham-se, de preferência, poços Imhoff ou similares.

## V — TANQUES IMHOFF

Poderão ser utilizados em pequenas instalações onde o uso de tanques de sedimentação e de digestão separada de lodos, não seja econômico ou esteja fora dos recursos financeiros do município, observados porém cuidadosamente todos os casos de contra indicação dessa unidade conforme adiante serão enumerados.

*Compartimento de sedimentação:* — O tempo de detenção, calculado com a vazão média, será no mínimo de 2 horas antes de filtros biológicos e de 1.1/2 horas antes do tratamento por lodos ativados.

O volume da câmara de sedimentação será computado apenas acima da fenda da passagem dos lodos.

As paredes da parte inferior terão a inclinação mínima de 50° sobre a horizontal. A fenda de saída dos lodos deverá ter de 0.15 a 0.20 m de passagem livre e a superposição de um dos bordos da fenda deverá ser no mínimo de 0.20 m em relação ao outro para se evitar a passagem dos gases.

A relação entre o comprimento e a largura do compartimento será compreendida entre 2:1 e 6:1, salvo em casos de tanques Imhoff circulares. Quando essa relação for maior que 3:1 (tanques longos) ou quando houver mais de um poço em forma de tronco de pirâmide no fundo dos mesmos, deverão ser estabelecidos canais de acesso, que permitam a inversão periódica no sentido de escoamento dos esgotos.

Os líquidos deverão entrar no compartimento de sedimentação de forma a serem distribuídos convenientemente no sentido de sua largura, havendo, logo adiante, uma cortina de vedação impedindo o "curto circuito" pela superfície; a saída dos esgotos será feita por um vertedor também suficientemente extenso, havendo uma cortina de vedação semelhante à da entrada.

A vazão por unidade de superfície não deverá exceder a 0.50 l/s/m<sup>2</sup>.

*Compartimento digestor:* — O volume da câmara de digestão será computado apenas a partir de 0.50 m abaixo da fenda de passagem dos lodos.

Êsse volume será calculado com as mesmas precauções que os digestores separados, examinados com os principais fatores, tais como, natureza dos esgotos, temperatura média do inverno, etc.. Não se permitirá, entretanto, uma capacidade menor do que 50 l/capita para os esgotos domiciliares comuns. Quando houver despejos industriais, êsse fato deverá ser levado em conta no dimensionamento da câmara digestora.

Quando houver inclusão de lodos provenientes da sedimentação secundária, o volume da câmara digestora deverá ser aumentado convenientemente.

Os tubos de retirada dos lodos digeridos deverão ter o diâmetro de 6" ou maior; terão abertura livre na parte superior afim de permitir fácil desobstrução. A carga estática mínima para a saída dos lodos deverá ser de 1.80 m quando retirados por gravidade, devendo a declividade ser de 3% no mínimo, até a saída do encanamento. Será considerado o fato de que o uso de bombas de lodo favorece muitas vezes a localização dos leitos de secagem. A carga hidrostática para a retirada dos lodos por meio de bombas poderá ser de 0.60 m apenas.

Os registros serão colocados, preferivelmente, do lado de fora dos tanques.

*Saída dos gases:* — A superfície das câmaras laterais da espuma e saída de gases deverá ser, no mínimo, de 20% da área da câmara digestora, devendo a sua largura ser de 0.50 m pelo menos.

*Contra indicações:* — Não é aconselhável o uso de tanques Imhoff:

- a) quando houver, nos esgotos, resíduos industriais ácidos; os provenientes de fábricas de laticínios, bebidas, etc. .
- b) quando a localização da estação recair dentro da cidade ou próximo de bairros residenciais, pois os odores são de difícil controle neste tipo de tanques;
- c) sempre que for mais econômico ou houver possibilidade financeira que permita o uso de decantadores e digestão separada;
- d) para tratar os esgotos de mais de 10.000 pessoas;
- e) quando o terreno for alagadiço.

## VI — TANQUES DE SEDIMENTAÇÃO PRIMÁRIA

- a) Um dos elementos mais importantes a serem examinados é o tempo de detenção, geralmente calculado pelo vazão média. Dependerá êle do tipo de tratamento usado após a sedimentação primária, sendo adotados os seguintes valores:

Casos especiais .....	menos de 1.50 h.
Antes dos lodos ativados .....	1.50 h.
Antes dos filtros biológicos de baixa capacidade ..	2.00 h.
Antes de leitos aeradores de contacto .....	2.00 h.
Antes de filtros biológicos de alta capacidade	2.00 a 3.00 h.

Como verificação, calcular-se-á o tempo de detenção para as vazões mínimas e máximas, para a vazão inicial.

Para facilidade de operação, serão, sempre que possível, adotadas no mínimo duas unidades decantadoras.

- b) A descarga de esgotos por unidade de superfície do tanque não excederá de 0.50 l/s/m<sup>2</sup>.
- c) Os tanques serão projetados de modo a poderem ser equipados com aparelhamento mecânico de tipos corrente no comércio.



- d) A velocidade de escoamento dos esgotos no sentido longitudinal, deverá estar compreendida entre 2.5 e 10 mm por segundo, sendo preferíveis as menores velocidades.

A forma dos tanques de sedimentação deverá evitar "curto-circuitos" da melhor maneira possível.

- e) Os encanamentos serão projetados para condições normais de funcionamento, de modo que nos canais de entrada e saída o líquido tenha a velocidade mínima de 0.60 m/s. Espaços mortos ou cantos vivos deverão ser evitados para eliminar acúmulo de detritos e perdas de carga.
- f) Os canais ou orifícios de entrada deverão distribuir convenientemente os esgotos no sentido da largura do tanque; os vertedores de saída deverão ser suficientemente extensos. No caso de tanques circulares, o vertedor de saída deverá abranger todo o perímetro, formando um ou mais anéis dentados em "V".
- g) Os vertedores de saída deverão ser calculados de modo a não haver uma descarga excessiva por unidade de comprimento.
- h) Nas unidades retangulares a relação entre o comprimento e a largura será compreendida entre 2:1 e 6:1, devendo a largura do tanque ser escolhida de acordo com o aparelhamento de remoção de lodo e espuma.
- i) Ao longo das unidades haverá passadiços afim de facilitar aos operadores os trabalhos de inspeção, reparação ou remoção de espuma, sendo, para este último fim, instaladas canalizações de água, permitindo o uso de mangueiras.
- j) Não se recomendam os tanques de sedimentação primária sem aparelhamento para remoção dos lodos decantados. Em pequenas unidades, servindo até 2.000 pessoas, poderão ser adotados poços no fundo, em forma de tronco de pirâmide, cujas paredes terão, entretanto, uma inclinação de pelo menos, 55°. Neste caso, porém, o volume do poço não entrará no cálculo do volume útil do decantador, com respeito ao tempo de detenção.
- k) Os encanamentos para remoção do lodo terão no mínimo 8" de diâmetro no caso de escoamento por gravidade; quando houver bombeamento, poderão ser usados encanamentos até 6".

A carga hidrostática mínima para a saída dos lodos será de 1.80 m, devendo a declividade ser de 3% no mínimo até à saída do encanamento, quando a remoção for por gravidade. Se for a remoção feita por meio de bombas, a carga hidrostática poderá ser apenas de 0.60 m.

Saindo dos decantadores, os lodos e a espuma serão canalizados a um poço de inspeção e amostragem, antes

do bombeamento ou escoamento por gravidade aos digestores. E' conveniente que êsse poço seja instalado ao ar livre.

- l) Os poços de fundo deverão ter a capacidade mínima para o armazenamento de lódos decantados em 12 horas.
- m) O aparelhamento mecânico deverá desenvolver nas régua horizontais de arrastamento da espuma, uma velocidade entre 0.30 e 0.60 m/min., havendo dispositivo que permita variar essa velocidade.

Decantadores dotados dêsse aparelhamento deverão ter a profundidade mínima de 2,20 m.

## VII — FILTROS BIOLÓGICOS DE BAIXA CAPACIDADE

- a) Os filtros consistirão em um compartimento de concreto armado ou alvenaria de tijolos, contendo o material filtrante, por sôbre o qual os esgostos serão esparzidos com bocais fixos ou distribuidores rotativos, preferivelmente êstes últimos. A camada do material filtrante terá a espessura entre 1.50 m e 2.50 m.
- b) A carga do filtro será dada em B. O. D. (a 5 dias) por unidade de volume, até o limite de 150 g por m<sup>3</sup> e por dia, com a descarga média, computando-se sômente o B. O. D. do material como entra no filtro depois de reduzido (geralmente 30%) pela sedimentação primária. A população servida deverá ser compreendida entre 1 a 5 pessoas por m<sup>3</sup> de material filtrante. A quantidade de esgostos distribuida na sua superfície não deverá ultrapassar de 0.02 l/s/m<sup>2</sup>.
- c) O material filtrante recomendado no projeto deverá apresentar as qualidades mínimas seguintes:

Será de rocha resistente, áspera, durável e limpa, de tamanho graduado entre 2" e 3½" (polegadas), devendo a porcentagem de pedras menores de 2" ser inferior a 5%, não devendo apresentar pedaços chatos, alongados ou delgados. Não deverá conter piçarra, moledo, ardósia, carvão ou outros materiais fâcilmente desintregráveis. Não conterà matéria orgânica ou outra substância decomponível ou prejudicial. O material deverá suportar satisfatòriamente o ensaio com sulfato de sódio, executado conforme a técnica geralmente adotada.

Imediatamente acima dos drenos poderá ser tolerada até a espessura de 0.20 m de pedras de tamanho até 6".

- d) Os drenos deverão ser de tipo consagrado pela prática, e serão dispostos de modo a permitir bôa ventilação, lavagem e limpeza, tanto no canal principal como em seus ramais.

Deverão ter uma declividade mínima de 1%, a menos que os drenos tomem tôda a base do filtro como

por exemplo, no tipo de "fundo falso". No caso de serem adotados drenos separados, a distância máxima entre os mesmos será de 0,60 m.

- e) O filtro deverá permitir a eliminação de moscas pelo método de inundação, sempre que a sua localização seja muito próxima da área residencial.

## VIII — FILTROS BIOLÓGICOS DE ALTA CAPACIDADE

Os filtros desta natureza constituem unidades de tratamento, operando sob condições muito variadas, com aplicação na sua superfície, desde 0.100 l/s/m<sup>2</sup> até cerca de 0.300 l/s/m<sup>2</sup>.

Por esta razão não serão feitas especificações detalhadas, devendo o projeto de cada unidade ser devidamente justificado em face dos resultados obtidos com unidades congêneres em funcionamento no país ou no estrangeiro.

Em geral, a espessura das camadas filtrantes são bem menores que as dos filtros de baixa capacidade, podendo variar entre 1.00 m e 2.50 m.

A carga de B. O. D. (a 5 dias) por unidade de volume não poderá entretanto exceder a 0.75 kg/m<sup>3</sup> e por dia.

O coeficiente de recirculação será compreendido entre 0.5 e 3.0.

## IX — AEROFILTROS

Para os projetos de filtros desta natureza aconselham-se os seguintes coeficientes de descarga por unidade de superfície.

Os esgotos serão distribuídos na proporção máxima de 0.20 l/s/m<sup>2</sup> para o valor médio da descarga, e 0.25 l/s/m<sup>2</sup> para a descarga máxima horária. Será adotada a recirculação dos esgotos, afim de manter a descarga mínima de 0.10 l/s/m<sup>2</sup> nas horas de pequena vazão.

O volume da massa filtrante deverá ser proporcionado até à razão máxima de 25 pessoas/m<sup>3</sup>.

A carga de B. O. D. diretamente aplicada no filtro, não excederá em média, de 1.00 kg/m<sup>3</sup>/dia.

A bôa distribuição dos esgotos e a bôa ventilação são considerados fatores dos mais importantes. Assim sendo, os filtros deverão ser providos de ventilação forçada, a qual será feita de cima para baixo, nos filtros do tipo fechado.

Os líquidos serão espalhados por meio de distribuidores giratórios, os quais, se necessário, poderão ter braços múltiplos, de modo que os esgotos sejam aplicados da maneira mais uniforme possível. As paredes dos filtros abertos serão elevadas até 0.90 m acima das pedras, afim de oferecer proteção contra o vento.

## X — FILTROS INTERMITENTES DE AREIA

- a) *Considerações gerais:*

Os filtros intermitentes de areia são unidades que ocupam grande área de terreno, são de elevado custo de construção

e manutenção, e por êsses motivos devem ser usados sòmente se houver condições propícias, como nos seguintes casos:

- 1 — quando houver disponíveis grandes áreas de terreno e a baixo custo;
  - 2 — quando houver areia de qualidade satisfatória a baixo preço de custo;
  - 3 — quando for necessária a obtenção de efluente de alto grau de purificação; nêste caso poderão ser utilizados após o tratamento secundário completo, caso êste em que a área dos filtros pode ser reduzida razoavelmente;
  - 4 — quando houver possibilidade de aproveitamento de terrenos arenosos naturais, o que apenas será feito depois de estudos locais minuciosos, no tocante à topografia, qualidade do terreno, composição granulométrica e qualidade de areia, etc.;
  - 5 — de um modo geral e como método de tratamento secundário, os filtros de areia serão usados apenas em pequenas estações de tratamento, para o efluente de esgotos servindo menos de 1.000 pessoas;
  - 6 — não se recomendam os filtros de areia, como tratamento biológico secundário, quando houver nos esgotos despejos industriais de certa importância;
- b) A vazão por unidade de superfície a servir de base para o cálculo da área dos leitos, será tomada de acôrdo com a quantidade de sólidos em suspensão no líquido a tratar, e de conformidade com o "tamanho efetivo" da areia a ser utilizada. Recomendam-se como vazões máximas as indicadas pela American Society of Civil Engineers, das quais damos algumas indicações:

*Coeficientes máximos de filtração*

Tamanho efetivo da areia	Efluente de tanques Imhoff ou sedimentação simples — 1/s/m <sup>2</sup>
0.2 mm	0.00130
0.3 mm	0.00150
0.4 mm	0.00175
0.5 mm	0.00200

Os coeficientes acima são aplicáveis aos líquidos já decantados, e possuindo sólidos em suspensão em quantidade inferior a 120 ppm.

Para efluentes de tratamento biológico secundário com ou sem decantação final a taxa de vazão unitária poderá ser maior, não superado porém o valor 0.005 1/s/m<sup>2</sup>, devendo a taxa adotada, ser justificada em cada caso.

Quando não for possível com segurança a previsão das vazões, os leitos deverão ser calculados de modo a corresponderem pelo menos 2.00 m<sup>2</sup> de área filtrante por pessoa entre a população servida.

- c) Os leitos, em número sempre superior a 3, deverão ter uma espessura de areia compreendida entre 0.75 e 1.00 m, composta de material com "tamanho efetivo" compreendido entre 0.20 e 0.70 mm, e um "coeficiente de uniformidade" sempre inferior a 5.

A areia deverá ser isenta de argila, terra, calcáreo ou quaisquer substâncias capazes de serem atacadas pelos esgotos ou de endurecerem formando com areia massa compacta ou impermeável.

Quando sujeita ao ensaio de solubilidade em meio ácido, não deverá apresentar perda de mais de 3%.

- d) A camada de areia filtrante será lançada sobre camadas de materiais sucessivamente mais grossos, tais como areião, pedrisco e pedras britadas.

As camadas de areião e pedrisco (com menos de 5 mm de diâmetro) terão a espessura mínima de 0.075 m cada uma. A parte de pedras britadas será constituída por duas camadas de material compreendido entre  $\frac{1}{4}$ " e  $\frac{3}{4}$ " na camada superior e  $\frac{3}{4}$ " e  $1\frac{1}{2}$ " na inferior.

As camadas de pedras britadas, areião e pedrisco terão uma espessura total mínima de 0.30 m acima do tópo dos drenos.

- e) Os leitos serão drenados por manilhas perfuradas, com o diâmetro mínimo de 0.10 m afastadas no máximo de 3.00 m umas das outras. Todos os drenos deverão ter ventilação livre pelo menos em uma das extremidades.
- f) A distribuição dos líquidos será feita intermitentemente sendo preferível que o seja por meio de tanques fluxíveis de funcionamento automático; os esgotos serão espalhados rapidamente de modo a atingir a espessura de 3 a 8 cm acima da areia. Não serão feitas mais de 4 aplicações diárias em cada leito.

Os tanques fluxíveis deverão ter uma capacidade de vazão, quanto ao nível mínimo, de, pelo menos, o dôbro das vazões horárias máximas.

A distribuição dos líquidos sobre os filtros será feita por meio de calhas distribuidoras, de modo que tôdas as partes do leito sejam rapidamente atingidas pela mesma quantidade; para isso nenhum local da superfície ficará a mais de 5.00 m de alguma calha distribuidora. Estas calhas deverão possuir dispositivo que permita a regulação da descarga em cada bocal ou ponta.

## XI — LÓDOS ATIVADOS

### *Aeração por difusores*

Os esgotos domiciliares deverão passar por um tratamento preliminar, consistindo em gradeamento, separação de detritos minerais e sedimentação primária; os tanques de aeração para o processo dos

lôdos ativados terão uma capacidade de detenção de pelo menos, 6 horas para a vazão média, acrescida de 20 a 25% com a recirculação dos lôdos de sedimentação final.

Os compressores e canalizações de ar deverão ter a capacidade para fornecer 5.000 a 15.000 litros de ar por m<sup>3</sup> de esgotos, para o tipo comum de tanques de circulação em espiral.

As placas difusoras deverão produzir um suprimento de ar de 300 a 900 litros de ar por minuto e por m<sup>2</sup> de placa e ter o coeficiente de permeabilidade de 30 a 50; sua localização e assentamento deverão permitir fácil reparação ou substituição, sendo para isso assentados em canaletas especiais, divididas em secções independentes.

As câmaras de aeração terão a profundidade entre 2.50 e 4.50 m e a largura deverá estar compreendida entre o valor da altura e o dôbro da mesma.

Os cantos do fundo dos tanques serão chanfrados a 45° ou arredondados e as passagens entre as unidades serão suficientemente largas para evitar velocidade excessiva do líquido.

Na parte superior, as paredes formarão defletores inclinados a 45°, para que os líquidos tomem o movimento transversal.

As entradas e saídas das bombas deverão ter o diâmetro de 3 a 4 polegadas, no mínimo; os encanamentos de sucção e recalque deverão ter o diâmetro mínimo de 4". Serão feitos cálculos de verificação dos encanamentos para as vazões mínimas, pois os líquidos deverão ter uma velocidade mínima para se evitar a sedimentação de partículas.

Ao retornar da sedimentação final, os lôdos deverão passar por um poço ou caixa de inspeção, que permita o seu exame, amostragem e medição.

O excesso de lôdos decantados na sedimentação final poderá ser recalcado diretamente para os digestores ou ser também recirculado.

As instalações deverão ter aparelhos de medida da quantidade e pressão do ar e da quantidade dos lôdos recirculados ou recalcados para os digestores.

Haverá dispositivos que permitam fazer variar o fluxo de retôrno dos lôdos entre os limites de 10 a 30% dos líquidos tratados, sendo entretanto, de 20 a 25% em média a quantidade recirculada.

As bombas para retôrno dos lôdos deverão trabalhar "afogadas", havendo sempre um conjunto de reserva.

Sempre que possível, tôdas as unidades de aeração serão providas de registros para esgotamento de fundo, para limpeza ou reparações.

### *Aeração mecânica*

O tempo mínimo de aeração será de 6 a 8 horas, calculado pela vazão média acrescida de 25% de retôrno dos lôdos decantados.

### *Observações*

O processo é capaz de fornecer ótimos efluentes, que podem ser produzidos conforme as necessidades, fazendo-se variar o tempo de aeração, com certa elasticidade de funcionamento, o que é conveniente.

Existem porém, algumas contra indicações; assim o processo não será aconselhável, quando houver nos esgotos a presença de fortes despejos industriais ou quando existir possibilidade de descargas bruscas de materiais muito carregados, tais como de matadouros, de indústrias químicas, etc..

A pre-aeração deverá ser considerada sempre que houver condições excepcionais de variação na qualidade ou na quantidade dos esgotos, especialmente em casos de despejos industriais.

As desvantagens do processo, que devem ser consideradas em face dos recursos municipais, são:

- a) maior complexidade e mais elevado custo de operação;
- b) maior sensibilidade do processo às flutuações físicas ou químicas dos esgotos, principalmente quando oriundas de despejos industriais.

## XII — LEITOS DE CONTACTO COM AERAÇÃO FORÇADA

O processo de tratamento acima, bem como outros não especificados, serão examinados separadamente pela Diretoria de Engenharia, dependendo a elaboração dos projetos definitivos do exame e aprovação de ante-projetos.

## XIII — PRECIPITAÇÃO QUÍMICA

- a) O seu emprêgo será limitado a casos especiais, quando se queira aumentar temporariamente a eficiência de unidades de tratamento primário, quando se deseje aliviar o funcionamento de unidades sobrecarregadas, ou quando seja necessário o tratamento preliminar de certos despejos industriais.

Não se recomenda o tratamento químico para uso contínuo durante todo o ano, pois geralmente as despesas de operação são iguais ou maiores que as do tratamento biológico completo, apresentando ainda menor eficiência nos resultados.

- b) Somente poderão ser empregados produtos químicos de eficiência comprovada.
- c) O tempo mínimo de mistura e de floculação será de 15 minutos e o de sedimentação de 3 horas.
- d) Os materiais químicos devem ser misturados com rapidez aos esgotos no ponto de aplicação, seguindo-se uma agitação mecânica moderada ou a floculação.
- e) A velocidade dos esgotos com os flocos em formação ou já floculados deve ser inferior a 0.20 m/s.
- f) A descarga dos esgotos por unidade de superfície dos tanques de decantação não deverá exceder a 0.50 l/s/m<sup>2</sup>.
- g) A capacidade dos tanques de armazenamento, de digestão e dos leitos de secagem dos lodos deverá ser calculada adequadamente, pois sabe-se que, em geral, devem ser maiores do que para outros tipos de tratamento,

- h) Os projetos deverão indicar os produtos químicos a serem usados, devendo as dosagens previstas serem baseadas em dados experimentais.
- i) Será previsto local amplo e adequado para o recebimento, armazenamento e manejo do material químico.
- j) O aparelhamento de alimentação ou aplicação dos produtos químicos terá capacidade para uma variação ampla na dosagem, e deverá ser do tipo adequado já utilizado com bons resultados em instalações congêneres.

#### XIV — TANQUES DE SEDIMENTAÇÃO FINAL

- a) É recomendado que o efluente de filtros biológicos, bem como de outros tipos de tratamento secundário, passe por um tanque de sedimentação final antes de seu lançamento.
- b) O tempo de retenção será no mínimo de 1.5 horas depois de filtros biológicos de baixa capacidade, 2.0 a 2½ horas após filtros de alta capacidade, 2.0 horas após tratamento por lodos ativados, e 3 horas após precipitação química.

Quando houver recirculação do efluente de filtros de alta capacidade, o tempo de sedimentação final será convenientemente aumentado.

Em outros casos especiais, o valor adotado para o tempo de retenção será devidamente justificado no relatório.

- c) A descarga de esgotos por unidade de superfície, não excederá de  $0.50 \text{ l/s/m}^2$ , e a velocidade do líquido no sentido longitudinal deverá estar compreendida entre 2.5 e 10.0 mm/s sendo preferíveis as menores velocidades.
- d) Quando os tanques forem projetados para utilizar aparelhamento mecânico, sua profundidade mínima será de 2.20 m e a sua largura deverá ser adequada para o emprêgo dos aparelhos de uso ou fabricação corrente.

A velocidade longitudinal dos removedores de lodos e espuma deverá ser de 0.30 a 0.60 m/min., havendo dispositivo que permita regular essa velocidade.

- e) Em certos casos poderá ser dispensado o equipamento para remoção contínua de lodo, usando-se então os fundos em forma de tronco de pirâmide. Em tais casos, as paredes destas terão a inclinação mínima de  $50^\circ$  sobre a horizontal, e o seu volume não será computado para o tempo de retenção.
- f) Os tanques terão o comprimento variando entre 2:1 e 6:1 em relação à sua largura, a qual será determinada de acordo com o aparelhamento de remoção de lodo e espuma, quando utilizado.

A profundidade total dos tanques deverá exceder de 4.0 m sem incluir o depósito de lodos.

O fundo de forma de tronco de pirâmide não será adotado nos casos de sedimentação posterior a filtros de alta capacidade ou a lodos ativados, casos esses em que a remoção dos lodos se faz necessária.



- g) Os vertedores de saída dos tanques de sedimentação final serão projetados de modo a não oferecer vazão superior a 1.0 l/s/m linear, sendo então aconselhados os vertedores em forma de "H" ou "U", de modo a se ter suficiente extensão.
- Os tanques de sedimentação de forma circular, terão vertedores que abranjam todo o seu perímetro, formando um ou mais anéis, dentados em "V".
- h) Os encanamentos serão projetados para condições normais de funcionamento, de modo que nos canais de entrada ou saída, o líquido tenha a velocidade mínima de 0.60 m/s. Espaços mortos ou cantos vivos deverão ser evitados para eliminar acúmulo de detritos.
- i) Os canais ou orifícios de entrada deverão distribuir os esgotos, convenientemente, no sentido da largura do tanque; os vertedores de saída deverão também ter extensão suficiente.
- j) Ao longo das unidades haverá passadiços afim de facilitar aos operadores os trabalhos de inspeção, reparação ou remoção de espuma, para o que deverão também ser instaladas tomadas de água para o emprêgo de mangueiras.
- k) Os encanamentos para remoção do lodo terão no mínimo 8" de diâmetro, quando o escoamento for por gravidade: em caso de bombeamento poderão ser usados encanamentos até de 6".

A carga hidrostática mínima para a saída dos lodos será de 1.80 m e a declividade mínima de 3% até a saída dos encanamentos, quando a remoção for por gravidade. Se a remoção for por meio de bombas a carga hidrostática poderá ser de 0.60 m apenas.

Saindo dos decantadores, os lodos e a espuma serão canalizados a um poço de inspeção e amostragem antes do bombeamento ou do escoamento por gravidade aos digestores, sendo conveniente que esse poço seja instalado ao ar livre.

Os poços de fundo destinados ao acúmulo dos lodos deverão ter a capacidade mínima para o armazenamento de 12 horas.

Os lodos retirados dos tanques de sedimentação final geralmente são juntados aos esgotos para nova decantação primária, mas será permitida, em casos especiais, a sua condução diretamente aos digestores.

## XV — INSTALAÇÕES DE RECALQUE

Sempre que possível, aproveitar-se-á a topografia do terreno, para que os esgotos ou lodos passem de um para outro órgão da estação por simples gravidade. Entretanto, quando isso não for possível, serão adotadas instalações de recalque de acôrdo com as seguintes indicações:

- a) A localização da casa de bombas deve estar a salvo de inundações, evitando-se, quanto possível, as estruturas profundas. Neste caso, procurar-se-á instalar unicamente as bombas com eixo vertical, ficando os motores em nível mais elevado.
- b) Serão instaladas, pelo menos, duas bombas para o recalque de esgotos iguais e de modo que uma delas tenha capacidade

maior que as máximas descargas horárias; dessa maneira haverá sempre uma bomba de reserva.

Cada caso será, entretanto, estudado de modo especial, investigando-se quais as vazões máximas e mínimas horárias, existentes ou prováveis. Em casos de grandes variações na vazão horária será aconselhável o emprêgo de 3 ou mais conjuntos elevatórios.

- c) Os esgotos sofrerão sempre, antes de atingir as bombas, uma preparação que deverá consistir no mínimo de gradeamento por meio de grades de tipo comum, do tipo "basket" ou outras, trituração e, se possível, separação de areia, a menos que se adotem tipos especiais de bombas.
- d) As bombas trabalharão, sempre que possível, "afogadas", e as linhas de sucção ou recalque terão pelo menos 3", devendo haver registros antes e depois de cada bomba, e válvula de retenção na linha de recalque. Para quando for impossível o uso de bombas "afogadas", fica estabelecida a sucção máxima de 3.00 m. Cada bomba terá a sua própria linha de sucção, se possível com entrada alargada, curvada para baixo.
- e) O poço de sucção deverá ser provido de "ladrão" para casos de emergência, e as suas dimensões serão tais que, com a vazão, média, as bombas não fiquem paradas por mais de 30 minutos; o fundo do poço de sucção deverá ser em declive para os pontos de tomada do líquido.

Os poços sucção serão, preferivelmente, localizados fora da casa de bombas e, quando dentro, serão cobertos com tampões estanques contra a saída de gases. Nêste caso, sua ventilação (dos poços) será garantida por meio de amplas aberturas.

- f) As dimensões da casa de bombas deverão ser, preferivelmente, amplas de modo a haver espaços suficientes para todo o equipamento e para trabalhos de desmontagem e reparações. Sempre que possível, pontes rolantes, ou trilhos para talhas e guinchos, serão instalados de modo a facilitar o manejo das peças em reparação.
- g) As bombas de recalque de lodos deverão trabalhar sempre "afogadas", com carga mínima de 0.60 m.

Os encanamentos de lodos não deverão ter diâmetro excessivo, pois as baixas velocidades facilitam a sedimentação, sendo necessário dar uma capacidade mínima às bombas, de acôrdo com o encanamento escolhido. Este deve ter o diâmetro igual ou superior a 6". Serão evitados os cotovelos, estrangulamentos ou reduções. Tôdas as perdas de carga deverão ser calculadas com coeficientes de fricção adequados ao lodos, justificados convenientemente.

As unidades de recalque de lodo deverão sempre ser em duplicata.

Se as bombas forem ligadas diretamente com os depósitos de lodos dos tanques de sedimentação, sem um pço intermediário, deverá haver uma válvula especial para amostragem nos tubos de recalque das mesmas.

## XVI — TANQUES DIGESTORES

- a) Em grandes instalações ou em outras onde os esgotos sejam poluídos por fortes despejos industriais, principalmente de matéria orgânica, a capacidade dos compartimentos para armazenamento e digestão dos lodos será estabelecida de acordo com a análise dos sólidos voláteis e fixos. Entretanto, em pequenas instalações, livres de despejos industriais, ou quando não houver dados sobre a quantidade e natureza dos lodos, deverão ser adotadas as seguintes capacidades mínimas para os tanques digestores, referidas à população servida:

	1/capita
Lodo primário somente .....	50
Lodos primários e secundários provenientes de filtros biológicos .....	70
Lodos primários acrescidos com lodos ativados ..	100

- b) Para o caso das cidades ainda não dotadas de esgotos, será aconselhável a utilização de análises de esgotos sanitários de outras cidades de população mais ou menos igual e com distribuição de água per capita também semelhante.
- c) Sempre que forem projetadas estações de tratamento para cidades de mais de 20.000 pessoas que já possuam rede de esgotos em funcionamento, será necessário ao projetista mandar proceder às análises dos lodos para determinação dos sólidos fixos e voláteis, devendo então, o cálculo da capacidade dos digestores ser verificado com essas determinações.
- d) Será permitida a redução de capacidade dos digestores quando houver aquecimento permanente dos tanques.
- e) Nas zonas frias do Estado, ou sempre que for possível, é aconselhável a proteção dos digestores contra variações de temperatura por meio de taludes de terra.
- f) Os digestores deverão ter em anexo uma pequena cabine para operação e amostragem. A amostragem do líquido sobrenadante em diferentes níveis, será feita por meio de tubos, de diâmetro de 1½" no mínimo.
- g) Quando houver digestão em digestores múltiplos, os encanamentos deverão permitir a sua ligação em paralelo ou em série.
- h) Deverão ser instaladas, pelo menos, duas entradas para inspeção, na coberta dos digestores, em posições diametralmente opostas.
- i) Haverá dispositivos que permitam a coleta do líquido sobrenadante em diferentes níveis, podendo o líquido captado ser conduzido à entrada da sedimentação primária.
- j) Os digestores poderão ser abertos ou fechados, devendo, neste último caso, ter aparelhamento especial para captação e disposição dos gases.

Recomenda-se o uso de digestores fechados, com coleta de gases sempre que estiverem a menos de 1.0 km. de zona residencial.

*Captação e utilização de gases:* — Precauções especiais deverão ser tomadas para prevenir o perigo de asfixia ou explosão.

Os encanamentos de gases deverão ter, pelo menos, 2" de diâmetro com uma declividade mínima de 1%, afim de reunir os vapores condensados em caixas de coletas especiais.

Os gases poderão ser utilizados para energia motriz, ou qualquer outra finalidade industrial. Em caso contrário, serão queimados em bicos especiais, ao ar livre e à distância mínima de 20 m de qualquer órgão da estação ou edifício.

Todos os compartimentos tomados pelo gás, tais como, a cúpula do digestor, encanamento, etc., deverão ter sempre uma pressão maior do que a atmosférica, de modo a impedir a entrada de ar e a formação de mistura explosiva, principalmente durante a ocasião de retirada do lodo digerido ou líquido sobrenadante. Por esta razão, essencial à segurança, são sempre aconselhadas as cúpulas flutuantes, cujo peso produz automaticamente pressões positivas.

Todos os pontos suscetíveis de vazamentos de gás, deverão estar bem ventilados e protegidos contra faíscas por meio de aparelhos elétricos a prova de explosão, tais como, chaves especiais, telas metálicas ao redor das lâmpadas, etc..

Serão colocadas na cúpula flutuante válvulas de segurança contra pressão ou vácuo.

## XVII — FILTROS A VÁCUO

A instalação de filtros a vácuo para a secagem dos lodos, quando for demonstrada a sua conveniência, deverá ser planejada com a cooperação da Diretoria de Engenharia.

## XVIII — LEITOS PARA SECAGEM DOS LÓDOS

1 — Os leitos em número de dois ou mais, poderão ser construídos ao ar livre, devendo ser localizados o mais perto possível dos tanques digestores.

2 — A superfície dos leitos de secagem será calculada de modo a se observarem os seguintes valores mínimos:

- a) 0.04 m<sup>2</sup>/capita para os lodos de tratamento primário;
- b) 0.06 m<sup>2</sup>/capita para os lodos de tratamento pela precipitação química ou pelos filtros biológicos;
- c) 0.08 m<sup>2</sup>/capita para os lodos primários mais os lodos de sedimentação final após tratamento por lodos ativados.

3 — A superfície dos leitos será verificada em função do volume diário de lodos digeridos e do número de secagens anuais, contando-se uma distribuição de lodos digeridos em camada fluida não superior a 0.40 m de espessura.

4 — O leito será constituído, na parte superior, por uma camada de atijolado, com juntas de 2 a 3 cm tomadas com areia, ou simplesmente por uma camada de areia de 0.15 m, no mínimo, de espessura.

A areia deverá apresentar dimensão efetiva de 0.3 a 0.5 mm e um coeficiente de uniformidade menor do que 5.

5 — Abaixo, virá uma camada de material filtrante, de 0.15 a 0.30 m de espessura acima do tópo dos drenos, e constituída por 3 camadas de pedra britada, a saber: na parte superior mescla fina para suportar a areia; na parte média, pedras de dimensões de  $\frac{1}{4}$ " a  $\frac{1}{2}$ ", e na parte inferior, pedras de dimensões de  $\frac{1}{2}$ " a 2".

6 — Os drenos poderão ser constituídos de manilhas ou de telhas, de, no mínimo, 4" de diâmetro, espaçadas no máximo de 3.00 m.

7 — As paredes divisórias dos leitos deverão elevar-se a 0.70 m, no mínimo, acima da superfície da areia ou do atijolado, e o campo todo deverá estar a salvo de enxurradas e inundações, ficando o bordo superior das paredes perimetrais a 0.30 m acima do terreno circundante.

8 — A entrada dos lodos deverá ser feita de modo a não prejudicar a camada de areia, havendo, para isso, uma placa de concreto colocada no local de incidência do jato. O cano de entrada não deverá estar abaixo do nível dos lodos.

9 — Os leitos, deverão ter uma declividade longitudinal de, aproximadamente, 0.5%.

10 — Os leitos serão projetados, tendo em vista mais os seguintes fatores:

- a) descarga por gravidade dos lodos digeridos, sempre que possível;
- b) facilidade de remoção dos lodos secos por meio de caminhões ou "decauvilles"; os trilhos destes deverão penetrar nos leitos ou ser dispostos à margem, em nível não muito elevado;
- c) facilidade para disposição do líquido drenado nos leitos de secagem; o líquido drenado poderá ser retornado à entrada dos esgotos, ou juntado aos esgotos já sedimentados nos tanques primários.

## XIX — CLORAÇÃO

Os cloradores deverão ter capacidade para aplicação de dosagens no mínimo de 25 partes por milhão, em relação aos esgotos, durante as horas de máxima vazão horária.

Quando o cloro for utilizado sob forma gasosa, os cloradores e reservatórios de gás deverão ser colocados em um compartimento separado, bem ventilado e tendo portas de passagem apenas para fora do edifício. Será previsto o aparelhamento para a determinação do consumo de cloro em pêsos.

As instalações deverão permitir uma boa mistura entre o cloro e os esgotos, e um tempo de contacto de, pelo menos, 20 minutos.

E' desejável uma taxa de 0.5 ppm de cloro residual após 15 minutos de contacto.

E' recomendável a cloração de efluentes de hospitais de isolamento, asilos ou colônias de hansenianos, bem como, hospitais ou sanatórios de tuberculosos.

A cloração será sempre adotada, quando as águas receptoras forem utilizadas para abastecimento d'água, ou houverem balneários sujeitos a serem contaminados pelo efluente, a jusante do ponto de lançamento. De um modo geral os despejos serão desinfetados tôda vez que o lançamento do efluente não desinfetado constituir perigo para a saúde pública.

## XX — EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO

O autor do projeto estudará a eficiência do tratamento, esperada de cada unidade e do conjunto da estação, indicando, em relação ao efluente dos esgotos, os seguintes elementos:

- a) % de redução de B. O. D.;
- b) % de redução de sólidos;
- c) % de redução de bactérias.

O último item será considerado de modo especial quando as instalações se destinarem ao tratamento de efluentes de asilos ou hospitais de hansenianos, hospitais de isolamento, biotérios, etc..

## XXI — MEDIÇÕES E ANÁLISES

As análises consideradas necessárias como trabalho preliminar no projeto de estações de tratamento de esgotos de mais de 20.000 pessoas, são as seguintes:

### I — Exame dos esgotos

- a) medição das vazões de hora em hora e durante vários dias, de modo a se ter o gráfico da variação horária dos esgotos, durante as 24 horas do dia;
- b) os esgotos serão analisados física e quimicamente, sendo colhidas amostras durante 5 dias consecutivos; essas amostras serão formadas, enquanto não houver normas brasileiras, de acôrdo com os "Standard Methods" norte americanos, recomendados para a composição de amostras mistas, representativas da média ponderal dos esgotos em 24 horas.

Serão feitas as seguintes determinações:

- 1 — Temperatura;
- 2 — Oxigênio livre dissolvido;
- 3 — pH;
- 4 — B.O.D. (a 5 dias e 20° C);
- 5 — Análise completa dos sólidos, sendo os resultados resumidos no seguinte quadro:

CLASSIFICAÇÃO DOS SÓLIDOS

	Sólidos (total) ..... (a)	Resíduo mineral fixo ..... (b)	Matéria volátil ..... (m = a — b)
Suspensão	Total em suspensão ..... (c)	Minerais em suspensão ..... (d)	Matéria volátil em suspensão ..... (n = c — d)
Dissolvidos	Total dissolvido ..... (a — c)	Minerais dissolvidos ..... (b — d)	Matéria volátil dissolvida ..... (m — n)

Todos os dados em p.p.m. em relação aos esgotos.

- 6 — Determinação dos corpos sedimentáveis em 2 horas pelo cone Imhoff;
- 7 — Os lodos sedimentados em 2 horas serão analisados para conhecimento dos seguintes elementos:
- a) taxa de umidade e sólidos totais em % obtidos por evaporação a 103°C;
  - b) matéria volátil em %;
  - c) resíduo fixo em %.

Para as cidades de menos de 20.000 pessoas, os ensaios a serem realizados deverão ser planejados de acordo com a Diretoria de Engenharia.

II — Exame das águas receptoras

O exame dos cursos d'água ou lagos, destinados a receber os despejos tratados, deverá compreender:

- a) Inspeção geral dos mesmos nas proximidades da cidade e uma exploração a jusante, anotando-se todos os elementos interessantes sob ponto de vista sanitário, tais como:
  - 1) localização de tomadas d'água para abastecimento de cidades, vilas, fazendas, etc.;
  - 2) localização de instalações ou clubes de esportes aquáticos;
  - 3) localização de zonas de criação ou pescarias de peixes, ostras, mariscos, etc.;
  - 4) localização de tomadas d'água para indústrias alimentícias, etc..
- b) Classificação do lago ou do curso d'água, este último, segundo o seu regime e a sua capacidade de auto-depuração (avaliação da constante de auto-depuração).

c) Determinação dos seguintes elementos:

- 1) vazão e velocidade média das águas na estiagem;
- 2) Oxigênio dissolvido antes do lançamento dos esgotos, efetuando-se pelo menos três análises;
- 3) B. O. D. antes do lançamento dos esgotos, efetuando-se pelo menos três análises;
- 4) temperatura;
- 5) pH.

No caso de não haver ainda despejo de esgotos, as análises do curso d'água poderão ser feitas, em ponto próximo, a jusante da cidade.

Com exceção das medições de vazão, as análises físicas e químicas, tanto dos esgotos como das águas receptoras, deverão ser feitas sob a responsabilidade de laboratórios oficiais.

## XXII — APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS E PROJETOS

Os estudos e projetos de construção ou reforma de instalações de tratamento constarão principalmente dos seguintes elementos:

### *Topografia*

- a) Planta geral de situação, nela figurando a cidade, sua rede de esgotos, emissários, estação de tratamento e local de lançamento, com curvas de nível e cotas principais.
- b) Levantamento abrangendo parte do emissário, local da futura estação, local de lançamento do efluente e circunvizinhança, com curvas de nível de metro em metro; deste levantamento serão entregues as cadernetas de planimetria e altimetria, devidamente datadas e assinadas pelo engenheiro contratante dos projetos.

Deverão ser assinalados os pontos característicos e duradouros do terreno, que sirvam de referência para a locação, em planta, das obras projetadas, bem como, pelo menos, três R. R. N. N. e suas respectivas cotas. As cotas deste levantamento deverão ter a mesma referência que as do projeto da rede de esgotos da cidade.

- c) Quando, o terreno destinado à estação de tratamento for sujeito a enchentes, deverá figurar entre os dados topográficos a cota de máxima enchente, e a data aproximada de sua ocorrência, referidas na caderneta de nivelamento e na planta topográfica.
- d) Se existirem instalações de tratamento, deverão as mesmas ser levantadas e medidas afim de se julgar de seu possível aproveitamento no projeto da nova estação, sendo mostradas as diferentes partes da estação em planta e corte, tudo devidamente cotado.
- e) Serão feitas sondagens do terreno, até uma profundidade razoável, de modo que se possa julgar da exequibilidade do projeto. No caso de contratos que incluam cálculos de re-



sistência e estabilidade, serão indicadas as taxas de trabalho admissíveis no terreno.

O relatório discorrerá sobre as instalações existentes, seu estado de conservação e funcionamento e a maneira como serão aproveitadas no projeto em estudo.

### *Desenhos*

Os trabalhos serão apresentados em cinco vias contendo, o relatório, orçamento, fôlhas de cálculo e cópias heliográficas dos desenhos, sendo devidamente colecionados em 5 pastas.

A parte, serão entregues os originais dos desenhos ou fôlhas de cálculo, em tela ou papel vegetal convenientemente enrolados.

Os desenhos serão apresentados em fôlhas de tamanho padronizado pela Diretoria de Engenharia, e constarão das seguintes peças:

- a) Planta geral de situação (em relação à cidade, emissário e local de lançamento). Nesta planta de situação serão representados com a designação de sua utilidade e nome dos proprietários, tôdas as propriedades e edifícios existentes ao redor da futura estação de tratamento, num raio aproximado de 150 m.
- b) Planta geral da estação de tratamento (figurando também curvas de nível).
- c) Diagrama de funcionamento, em escala 1:200 ou menor, indicando de forma simplificada as peças, canais, canalizações, caixas de ligação, poços, bombas, etc., sempre acompanhados de flexas indicativas do funcionamento. Esse esquema será feito em planta e em corte, indicando as principais linhas de escoamento.

Para ficar mais explícito, êsse desenho conterà uma legenda indicativa de tubulações, drenos, condutores elétricos, linhas de gás, de água sob pressão, tomadas para mangueiras, registros, válvulas, etc..

Serão indicados os diâmetros e o material de tôda as tubulações. Nas secções longitudinais, serão indicadas tôdas as cotas mais importantes, tais como, nível dos esgotos em cada unidade, cotas de fundo dos canais e das caixas de distribuição, inclinação de paredes, etc..

- d) Projeto detalhado dos edifícios, em escala de 1:50 ou 1:100. Serão mostradas as instalações internas, tais como bombas, trituradores, grades mecânicas, canalizações, registros, válvulas, quadros de contrôle, etc., para que se possa melhor apreciar a localização dessas peças e o dimensionamento dos edifícios.
- e) Plantas e cortes transversais e longitudinais na escala de 1:50 de todos os órgãos ou unidades da estação, tais como, caixa de areia, casa de bombas, tanques de sedimentação, etc..

Para as unidades de maiores dimensões, e quando não for prática a escala acima, poderá ser adotada a escala de 1:100.

- f) Serão feitas secções transversais nas escalas 1:10 ou 1:20 de todos os detalhes importantes das diferentes unidades, tais como, canais das caixas de areia, medidores de vazão, drenos dos filtros biológicos, drenos dos leitos de secagem, vertedores dos tanques de sedimentação, poços de sucção e compartimento de bombas, poços de visitas, caixas especiais de ligação, etc..

As cabines de operação dos digestores também serão detalhadas de modo especial.

### *Relatório*

Será apresentado um relatório completo dos estudos e trabalhos elaborados, a saber:

- a) das medições, análises e estudo do volume e da natureza dos esgotos;
- b) dos estudos sobre o crescimento da população, seu consumo de água, e contribuição dos esgotos;
- c) da localização da estação;
- d) dos estudos das águas receptoras;
- e) dos trabalhos topográficos;
- f) das instalações existentes, seu estado e seu aproveitamento;
- g) das investigações com respeito aos despejos industriais etc..

O memorial justificará o projeto, tanto do ponto de vista geral, escolha do tipo de tratamento, como também reproduzirá os cálculos efetuados para o dimensionamento hidráulico e biológico de todos os órgãos de tratamento, justificando os coeficientes adotados.

Acompanhará o memorial um orçamento de tôdas obras e despesas necessárias à execução dos projetos.

*Nota:* — Estas instruções são, em parte, adaptação de especificações norte americanas, baseando-se, também, em dados experimentais da Repartição de Água e Esgotos de São Paulo.

São Paulo, 10 de Junho de 1947.

— Visto —

(a) André Péres Velasco  
Eng. Chefe da 1.<sup>a</sup> Secção

(a) Fernando de Barros Ferraz  
Eng. Assistente

— Aprovo —

(a) Antônio Ponzio Ippolito  
Eng. Diretor

(Do antigo "Departamento das Municipalidades" do Estado de São Paulo).